

Anais do XIII EFITA – Encontro de Física do ITA

1 a 5 de julho de 2019

São José dos Campos

**Instituto Tecnológico de Aeronáutica –
ITA**

Divisão de Ciências Fundamentais
Departamento de Física

16 de setembro de 2019

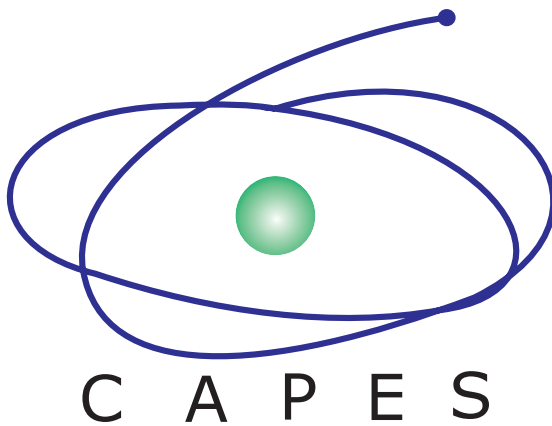
Programação

1. Apresentação	3
2. Programação	5
3. Palestra de Abertura	13
4. Palestras Magnas	15
5. Palestras	17
6. Seção Oral	21
7. Seção de Painéis	29
Índice de Autores	65

Comissão de Organização

Marco Antonio Ridenti
Manuel Máximo Bastos Malheiro de Oliveira
Ivan Guilhon Mitozo Rocha
Maurício Pazianotto
André Chaves
César Lenzi
Estêvão Alves Teixeira
Lineide Alves de Lima
Sílvia Pereira Nunes
Taiana Cardoso Ferreira
Vanessa Messias Dias

Apoio



Quantum Design

LATIN AMERICA

Apresentação

O EFITA (Encontro de Física do ITA) chegou em sua 13^a edição em 2019. Buscando manter o sucesso e a filosofia dos encontros anteriores, o EFITA recebeu mais uma vez a contribuição de vários professores do departamento de física do ITA. Os assuntos abordados refletiram a pesquisa feita no departamento em suas quatro áreas de concentração: *Física Atômica e Molecular*, *Física Nuclear*, *Dinâmica Não-Linear e Sistemas Complexos* e *Física de Plasmas*. Neste ano, optamos por palestras e minicursos, com o objetivo de promover ao mesmo tempo a divulgação da pesquisa e a formação, no estilo de uma escola de física. Desse modo, não nos afastamos das origens, quando o EFITA nasceu como EVFITA (Escola de Verão de Física do ITA).

Ao mesmo tempo, buscamos enriquecer o Encontro com a presença de físicos renomados, a fim de trazer novas discussões, fortalecer colaborações e mostrar a conexão do departamento de física com o que é feito no Brasil e no mundo em pesquisa de física. A palestra de abertura foi proferida pelo físico Nuno Peres, professor catedrático da Universidade do Minho, que desenvolve pesquisa de alto impacto na área de materiais bidimensionais, como o grafeno, sendo coautor de trabalhos com prêmios nobéis. O evento contou ainda com palestras magnas de Antonio Toledo Piza, professor titular de física da USP, Klaus Capelle professor titular e ex-reitor da UFABC, Ricardo Galvão diretor-geral do INPE e Carlos Brito Cruz, diretor científico da FAPESP.

Curiosamente, desde a constituição do Departamento e da Divisão de Ciências Fundamentais do ITA conduzida pelo Professor Paulus Aulus Pompéia, na década de 50, encontros de aprofundamento para professores de física do Brasil eram promovidos no ITA. Entre os notáveis convidados para estes encontros destaca-se o renomado físico David Bohm e Richard Feynman. Com essa feliz iniciativa, o Prof. Pompéia também ajudava a formar e motivar os alunos de graduação do ITA com vocação para a carreira acadêmica. Considerando-nos herdeiros dessa tradição, nossos esforços foram dirigidos aos mesmos objetivos.

O evento teve um total de 86 participantes, sendo que desses 35 eram alunos do ITA - graduação e pós-graduação - e os outros 43 eram alunos de outras instituições do Brasil. Foram apresentados 44 pôsteres e 8 apresentações orais pelos participantes, sendo que os seis melhores pôsteres e as quatro melhores apresentações orais foram premiadas. O evento ofereceu cinco palestras magnas, com pesquisadores de elevado reconhecimento nacional e internacional, seis mini-cursos, duas visitas externas (INPE e Embraer), uma visita interna (laboratórios do ITA), seis palestras de professores do departamento de física ou colaboradores e uma mesa-redonda na área de astrofísica.

Esperamos que o livro de resumos do XIII EFITA possa refletir um pouco o que

foi o evento. Não somente consideramos importante registrar o resumo da palestra dos pesquisadores convidados ao evento, mas também o resumo de cada contribuição.

Por último, gostaria de deixar registrado os nossos agradecimentos à CAPES, que financiou o evento por meio do programa PAEP, auxílio nº 88887.290939/2018-00. Agradecemos também o apoio e o aporte de recursos do ITA, necessários para a execução do EFITA nos moldes por nós idealizados. Por fim, agradecemos à empresa Quantum Design e à Livraria da Física pelo patrocínio que nos permitiu realizar a premiação aos melhores trabalhos.

Marco Antonio Ridenti
Coordenador do XIII EFITA

Programação

XIII EFITA – Programação

seg 1 jul 2019

8am – 8:30am Abertura do XIII EFITA

Local: Sala Weis

8:30am – 9:30am Palestra de Abertura

Local: Sala Weis

Prof. Nuno Peres (Univ. do Minho, Portugal)

Título: 2D materials for polaritonics

Chair: Prof. Tobias Frederico

9:30am – 10am Coffee break

Local: Sala F2-002

10am – 12pm Minicursos

Local: Ala F2, F2-101, F2-105 ou F2-107

- *Prof. Tobias Frederico*, Integrais de Trajetória. Local: F2-101
- *Prof. Rodrigo Pessoa*, Diagnóstico de plasmas tecnológicos por sonda eletrostática. Local: F2-105
- *Prof. Ivan Guillon e Prof. Marcelo Marques*, Simulações computacionais: um laboratório virtual de nanotecnologia. Local: F2-107

12pm – 1pm Almoço

1pm – 5pm Visita ao INPE

XIII EFITA – Programação

ter 2 jul 2019

8am – 9am Palestra 1

Local: Sala Weis

Prof. Dr. Maurício Pazianotto (ITA)

Título: Simulação do transporte da radiação cósmica na atmosfera e aplicações aeroespaciais

9am – 9:30am Apres. do Projeto ITA/NASA SPORT

Local: Sala Weis

Prof. Dr. Marco A. Ridenti

Título: Projeto SPORT: Uma colaboração do ITA e INPE com a NASA

9:30am – 10am Coffee break

Local: Sala F2-002

10am – 12pm Minicursos

Local: Ala F2, F2-101, F2-105 ou F2-107

- *Prof. Dr. Tobias Frederico*, Integrais de Trajetória. Local: F2-101
- *Prof. Dr. Rodrigo Pessoa*, Diagnóstico de plasmas tecnológicos por sonda eletrostática. Local: F2-105
- *Prof. Dr. Ivan Guillon e Prof. Marcelo Marques*, Simulações computacionais: um laboratório virtual de nanotecnologia. Local: F2-107

12pm – 2pm Almoço

2pm – 3:30pm Palestra Magna 1

Prof. Dr. Antonio F. R. de Toledo Piza (IFUSP)

Título: Física Nuclear: contexto e sub-textos

Chair: *Prof. Dr. Manuel Malheiro*

3:30pm – 4pm Coffee break

Local: Sala F2-002

4pm – 6pm Visita aos labs do ITA

Local: Plasmat, Feng e LCPE

6:30pm – 8pm Mesa Redonda – Astrofísica

Chair: Prof. Dr. César Lenzi

Local: Sala Weis (F2-101)

- 6.30pm – Neutrinos de origem astrofísica – Laura Paulluci (UFABC)
 - 6.45pm – Misteriosos Fast Radio Bursts – Marcio Avelar (ITA/UNIFESP)
 - 7.00pm – Pulsares – Nadja Magalhães (UNIFESP)
 - 7.15pm – Ondas Gravitacionais – Carlos Frajuca (IFSP)
 - 7.30pm – Cubesat/Telescópio de Raios X – João Braga (INPE)
-

XIII EFITA – Programação

qua 3 jul 2019

8am – 8:45am Palestra 2

Local: Sala Weis

Prof. Dr. Diego Rabelo da Costa (UFC)

Título: Técnica *split-operator* em sistemas de baixa dimensionalidade

8:45am – 9:30am Apres. da PG-FIS do ITA

Local: Sala Weis

Prof. Dr. Tobias Frederico (ITA)

Título: O Programa de Pós-Graduação em Física do ITA

9:30am – 10am Coffee break

Local: Sala F2-002

10am – 12pm Minicursos

Local: Ala F2, F2-101, F2-105, F2-106 e Plasmat

- *Prof. Dr. Silvério Germano*, Aplicação da metodologia Problem Based Learning (PBL) no Laboratório de Física do ITA. Local: F2-106
- *Prof. Dr. Jorge Araújo (UFC)*, Programação Paralela. Local: F2-101
- *Prof. Dr. Douglas Leite*, Óptica de Filmes Finos, uma análise prática por Elipsometria Espectrofotométrica. Local: F2-105

12pm – 2pm Almoço

2pm – 3:30pm Palestra Magna 2

Local: Sala Weis

Prof. Dr. Klaus Capelle (UFABC)

Título: Ciência, Tecnologia e Universidades: Pilares da Civilização Humana

3:30pm – 3:45pm Quantum Design

Local: Sala Weis

Dr. Fábio Cavalcante

3:30pm – 4pm Coffe-break

Local: F2-002

4pm – 6pm Apresentação de Poster – Salas F2-001 e F2-002



XIII EFITA – Programação

qui 4 jul 2019

8am – 9:30am Palestra 3

Local: Sala Weis

Prof. Dr. Gilberto Petraconi (ITA), Plasmat – Centro de Ciência e Tecnologia de Plasmas e Materiais

Título: Plasmas Aplicados a Engenharia Aeroespacial

9:30am – 10am Coffee break

Local: Sala F2-002

10am – 12pm Minicursos

Local: Ala F2, F2-101, F2-105, F2-106 e Plasmat

- *Prof. Dr. Silvério Germano*, Aplicação da metodologia Problem Based Learning (PBL) no Laboratório de Física do ITA. Local: F2-106
- *Prof. Dr. Jorge Araújo (UFC)*, Programação Paralela. Local: F2-101
- *Prof. Dr. Douglas Leite*, Óptica de Filmes Finos, uma análise prática por Elipsometria Espectrofotométrica. Local: F2-105

12pm – 2pm Almoço

2pm – 3:30pm Palestra Magna 3

Local: Sala Weis

Prof. Dr. Ricardo M. Osório Galvão (USP), Diretor do INPE

3:30pm – 4pm Coffee break – Sala F2-002

4pm – 6pm Apresentação Oral

Local: Sala Weis (F2-101) e Sala F2-105

XIII EFITA – Programação

sex 5 jul 2019

8am – 8:45am Palestra 4

Local: Sala Weis

Prof. Dr. Wayne de Paula (ITA)

Título: Fenomenologia Hadrônica no espaço de Minkowski

8:45am – 9:30am Palestra 5

Local: Sala Weis

Prof. Dr. César Lenzi (ITA)

Título: Os 100 anos da Relatividade Geral como Teoria de Corpo Científico

9:30am – 10am Premiação

Local: Sala Weis

Chair: *Prof. Dr. Ivan Guillon*

10am – 11:30am Palestra Magna 4

Local: Sala Weis

Prof. Dr. Carlos Brito (UNICAMP), Diretor científico da FAPESP

Título: A FAPESP e a pesquisa em São Paulo

Chair: *Prof. Dr. Manuel Malheiro*

11:30am – 1pm Encerramento/Foto/Coquetel

Local: Sala Weis

1pm – 6pm Visita Embraer

Palestra de Abertura

Materiais 2D para polaritónica

PA1

Nuno M. R. Peres

Universidade do Minho

Nesta palestra iremos fazer uma excursão ao mundo dos materiais bidimensionais e à sua aplicação em polaritónica. Dentro da extensa lista de materiais bidimensionais destacaremos o grafeno, o nitreto de boro hexagonal, os dicalcogenetos de metais de transição, o siliceno e o fosforeno. Para todos eles, se existente, mostraremos medidas de ARPES que confirmam os cálculos de primeiros princípios das bandas electrónicas. Após revisitados estes materiais 2D, passaremos a discutir o conceito geral de polaritão de superfície, tanto no contexto do grafeno como no contexto de outros sistemas bidimensionais e tridimensionais. No caso do grafeno mostraremos que existem soluções das equações de Maxwell que representam campos electromagnéticos evanescentes ligados a flutuações de carga no material. Esses campos electromagnéticos são designados por polaritões plasmónicos de superfície. Eles decaem exponencialmente no espaço à medida que nos afastamos da superfície do grafeno e propagam-se ao longo da superfície do material. São, por isso, ondas superficiais. Igualmente mostraremos que estes campos permitem confinamento da radiação em espaços inferiores ao limite de difração. Fica pois claro a necessidade de arranjar mecanismos para excitar este tipo de modos. Iremos discutir um desses mecanismos que consiste no acoplamento por uma rede de difração. Neste mecanismo o momento linear não é mais uma quantidade conservada, estando definido a menos de um vector da rede recíproca. Tal permite, deste modo, elevados valores de (quasi) momento. Esta estratégia permite ultrapassar o limite de difração e leva à excitação dos polaritões plasmónicos. Compararemos as previsões teóricas com medidas experimentais efectuadas em micro-fitas de grafeno, para as quais foi medido o espectro de extinção, observando-se um excelente acordo entre a teoria e a experiência.

Palestras Magnas

Física Nuclear: contexto e sub-textos

PM1

Antonio F. R. de Toledo Piza

Universidade de São Paulo, Instituto de Física

Uma visão panorâmica da Física Nuclear como sub-área da física quântica revela desde o início diversas singularidades. Tendo se apresentado como a segunda linha de fenômenos a serem tratados pela nova teoria, após “os anos de ouro da Física Atômica”, na expressão então comum, referida por Heisenberg, ela se viu no entanto logo engolfada pelo desenvolvimento de seu sucedâneo relativístico, a teoria quântica de campos, alimentado pela fenomenologia da chamada física das partículas elementares. Desse modo, a Física Nuclear firmou seu desenvolvimento como o de uma das “fronteiras internas” da física, usando a expressão devida a Weisskopf, tendo, em particular, logo se encontrado com o seu domínio ‘natural’ de operação nos fenômenos astrofísicos. No entanto, um enorme fomento para atividade no campo da Física Nuclear resultou da tomada de consciência da sua relevância para “questões práticas” ligadas a possibilidades técnicas com imensas implicações estratégicas e até políticas, diferentemente do que ocorreu com outros campos da física. Disso se alimentam ainda hoje as conotações popularmente associadas a qualquer referência à Física Nuclear. Por outro lado, e independentemente de motivações dessa ordem, o progresso alcançado na aplicação da teoria quântica a um repertório cada vez maior de fenômenos nucleares envolveu ainda ligações, mesmo que muitas vezes apenas à moda de sub-texto, com questões bastante fundamentais da própria física quântica. Os resultados e os pontos de vista daí resultantes são hoje extremamente valiosos para o estudo e a compreensão das propriedades observadas da imensa categoria de sistemas quânticos finitos.

PM2

Ciência, Tecnologia e Universidades: Pilares da Civilização Humana

Klaus Capelle

Universidade Federal do ABC

Essa palestra apresenta uma visão sinótica da evolução da ideia de “universidade” desde a antiguidade até os tempos atuais, em paralelo com uma descrição da evolução das tecnologias de comunicação e da ciência de materiais nesse mesmo período, mostrando como uma influencia a outra e como juntas foram decisivas para moldar a civilização humana.

PM3

Atividades de pesquisa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Ricardo M. O. Galvão

Diretor do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Universidade de São Paulo - Instituto de Física

PM4

A FAPESP e a pesquisa em São Paulo

Carlos H. Brito Cruz

Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin

Apresentaremos o trabalho que vem sendo feito pela FAPESP no apoio à pesquisa em São Paulo. Apoiando pesquisa em todas as áreas a FAPESP é uma das mais importantes agências do país., tendo desembolsado em 2017 R\$ 1,058 bilhão. Os programas da FAPESP apoiam desde a pesquisa fundamental até pesquisa dirigida a aplicações, incluindo pesquisa liderada por jovens pesquisadores com demonstrada capacidade de liderança, projetos de pesquisa avançada com duração de cinco anos ou centros (CEPIDs) que podem durar por 11 anos, até projetos de pesquisa pequenas empresas e pesquisa em colaboração entre universidades ou institutos de pesquisa e empresas. Mostraremos alguns programas que podem ser de especial interesse para o ITA.

Palestras

Simulação do transporte da radiação cósmica na atmosfera e aplicações aeroespaciais

PA1

Maurício Pazianotto

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Nas últimas décadas, considerando o desenvolvimento de aeronaves com teto de operação mais alto e de maior autonomia, bem como o significativo crescimento do fluxo aéreo, o problema do controle do nível de dose de radiação ionizante recebida pelos pilotos, tripulação e equipamentos eletrônicos das aeronaves, passou a preocupar as organizações de radioproteção e de segurança de voo. Assim, o estudo dos efeitos da radiação cósmica atmosférica em aviônicos, tripulações e sistemas detectores embarcados em voo requer uma descrição detalhada do campo de radiação incidente na aeronave. Neste contexto, será apresentado o desenvolvimento da primeira plataforma computacional Sul-Americana capaz de desenvolver cálculos do transporte da radiação cósmica na atmosfera e determinar o campo de radiação cósmica do nível do solo até 100 km de altitude em qualquer ponto geográfico com detalhamentos inéditos. Alguns diferenciais da plataforma são: possibilidade de mudar os modelos de físicas usados, inclusão dos efeitos do espalhamento do solo e da Anomalia Magnética do Atlântico Sul e a determinação da distribuição angular e energética de 15 tipos de partículas. Serão apresentados os principais resultados e comparações com dados experimentais, bem como as aplicações desenvolvidas decorrentes do desenvolvimento deste trabalho.

Projeto SPORT: Uma colaboração do ITA e INPE com a NASA

PA2

Marco Antonio Ridenti

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

O ITA participa de uma grande colaboração nomeada SPORT (Scintillation Prediction Observation Research Task) cujo objetivo é colocar em órbita um CubeSat 6U. Este satélite será equipado com um conjunto de instrumentos para diagnosticar a ionosfera equatorial. A colaboração conta com a participação do INPE e de várias instituições norte-americanas, entre as quais a NASA, a Aerospace Corporation, a Utah State University entre outras. A engenharia do ITA ficou responsável pela fabricação do CubeSat, encabeçada pelo Laboratório Aeroespacial do ITA. O

departamento de física, por sua vez, colaborará com o desenvolvimento científico do projeto. Nesse seminário, vamos apresentar quais são os objetivos científicos da missão, os meios para atingi-los e as principais contribuições do departamento de física do ITA ao projeto.

PA3

Técnica *split-operator* em sistemas de baixa dimensionalidade

Diego Rabelo da Costa

Universidade do Ceará Department of Physics, University of Antwerp,
Groenenborgerlaan 171, B-2020 Antwerp, Belgium

A evolução temporal de pacotes de ondas é uma ferramenta útil no estudo de propriedades eletrônicas e de transporte de sistemas de baixa dimensionalidade. Investigar a propagação de pacotes de ondas em um dado sistema nos permite obter informações sobre, por exemplo, espectro de energia; valores esperados de observáveis físicos, como momento e posição; condutividade elétrica; densidade local de estados; e assim por diante. Diversas técnicas computacionais foram desenvolvidas para calcular a propagação de pacotes de ondas em estruturas quânticas. A maioria das técnicas baseia-se na expansão do operador de evolução temporal, a fim de torná-lo computacionalmente mais fácil de ser aplicado em situações práticas. Exemplos usuais desse tipo de técnica são a expansão de polinômios de Chebyshev[1] e a técnica *split-operator*[2,3,4]. A última utiliza formas aproximadas para a exponencial da soma de operadores que não comutam a fim de dividir o operador de evolução temporal, permitindo reduzir o processo de solução da Equação de Schrödinger a sucessivos processos de simples multiplicações de matrizes e da solução de sistemas de equações lineares implementado em um esquema de diferenças finitas. Nesta palestra apresentarei a técnica *split-operator* e seu uso para a solução de alguns problemas simples, como poços quânticos unidimensionais, e para o caso de materiais bidimensionais: grafeno[2,3], bicamada de grafeno[4] e fósforo negro[5], apontando alguns trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Teoria da Matéria Condensada (GTMC) da Universidade Federal do Ceará.

- [1] Phys. Lett. A **373**, 2182 (2009).
 - [2] Commun. Comput. Phys. **17**, 850 (2015).
 - [3] J. Phys.: Condens. Matter **23**, 275801 (2011).
 - [4] Phys. Rev. B **92**, 045417 (2015).
 - [5] Phys. Rev. B **99**, 235424 (2019).
-

Plasmas Aplicados a Engenharia Aeroespacial

PA4

Gilberto Petraconi Filho

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – Laboratório de Plasmas e Processos-LPP

Em um contexto geral, o desenvolvimento tecnológico envolvendo plasmas tem fundamental importância nas indústrias eletrônica, aeroespacial, metalúrgica, biomédica, saneamento básico e de tratamento de resíduos e detritos. Alguns resultados obtidos na indústria moderna só foram possíveis com o emprego de tecnologia de plasmas e que foram desenvolvidas, em sua maior parte, nas últimas décadas. Diversas aplicações de plasma têm se tornado cada vez mais importantes por reduzir, em muitos casos, a produção de resíduos e o consumo de energia em vários processos industriais. Com esta correlação, nesta palestra, serão apresentadas aplicações tecnológicas de física de plasmas desenvolvidas no Laboratório de Plasmas e Processos (LPP) do ITA, com foco em engenharia aeroespacial e mais especificamente em processos de filmes finos aplicados a microeletrônica e sensores, processos de produção de nanopartículas e desenvolvimento de materiais nanoestruturados para aplicação em reforço de materiais compósitos termoestruturais, desenvolvimento e produção de materiais e sistemas de proteção térmica testados em túneis de plasmas, desenvolvimento de novos materiais metálicos e cerâmicos por processos de aspersão térmica a plasma (plasma spray) e desenvolvimento de estudos de processos inovadores de gaseificação, combustão e propulsão, assistidos a plasma.

Fenomenologia Hadrônica no espaço de Minkowski.

PA5

Wayne de Paula

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

A Cromodinâmica Quântica (QCD) descreve a interação entre quarks e glúons, partículas fundamentais que são encontradas na natureza na forma de estados ligados sem cor, chamados de Hádrons. Devido à liberdade assintótica, para altas energias é possível utilizar Teoria de Perturbações. Porém, para baixas energias, é necessário utilizar Métodos Não-Perturbativos tais como as Equações de Dyson-Schwinger e de Bethe-Salpeter. Nesse seminário discutirei a formação de estados ligados relativísticos, cuja dinâmica é dada pela solução da Equação de Bethe-Salpeter. Em geral, para resolver essa equação integral é utilizada a rotação de Wick, que fornece uma equação no espaço Euclideo. Devido a presença de pólos no Kernel da equação integral, o mapeamento da solução Euclidea com a obtida no espaço de Minkowski pode apresentar dificuldades. Discutirei alguns métodos para obter a solução no espaço físico, tais como a utilização de Representações Integrais e a Transformação de Stieltjes. Utilizando a Representação Integral de Nakanishi, calcularei a Amplitude de Bethe-Salpeter e a função de onda de valência do estado ligado de dois férmions interagindo pela troca de um bóson (escalar, pseudo-escalar ou vetorial) na aproximação de escada. Nesse modelo, calcularei a probabilidade de valência e a distribuição de momento transversal e longitudinal da função de onda de valência. Por fim, discutirei as perspectivas da utilização de tais métodos para a fenomenologia hadrônica.

Os 100 anos da Relatividade Geral como Teoria de Corpo Científico

César Lenzi

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Foi no eclipse lunar do dia 29 de maio de 1919 que o cientista britânico Arthur Stanley Eddington e sua equipe mediram, pela primeira vez, o efeito de deflexão na trajetória de um raio luminoso, devido a presença de uma fonte gravitacional. De fato, Eddington, com esta constatação, alçou a Relatividade Geral como uma teoria de corpo científico, já que suas medidas conferem, com boa precisão, a previsão de Einstein para um raio luminoso desviado devido ação gravitacional do Sol. O que nem todos sabem, é que a teoria Newtoniana de gravitação também prevê tal deflexão, contudo o valor é metade daquele medido. Nesta apresentação, iremos discutir, desde aspectos históricos até detalhamentos matemáticos, que envolvem o problema da deflexão da luz por uma fonte gravitacional.

Seção Oral

As Transformações de Lorentz: Uma visão histórica e matemática

O1

Matheus Henrique Pavani Pacheco
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

O trabalho visa apresentar uma comparação histórica e matemática das transformadas de referenciais de Galileu e de Lorentz a partir desta, para a qual será ilustrada a importância no regime relativístico.

Ensino de Física Através de Exploração do Centro Galáctico

O2

Cesar Hipolito Pinto¹, Professor Doutor Airton Dias²
¹Universidade Federal de São Carlos, ²UFSCAR Sorocaba

This work deals with the construction of a radio telescope, which will be a study kit for students and amateur astronomers. The equipment will be an evolution of the prototype designed for frequency analysis of Solar 12 GHz emission. A new module will be developed to support 1420 MHz frequency emitted by neutral hydrogen from milk way and celestial bodies and additional antenna to capture electromagnetic waves reflected by meteor shower. In the construction of the prototype will use materials of easy acquisition and relatively low cost, in order to have an accessible and versatile equipment. For prototype adjustments and calibration the device will be mounted in an external environment for testing. The equipment is intended to be easy to assemble and calibrate, allowing its use in the classroom, laboratory and in open environments, aiming the discussion of different physical concepts as fundamentals of radio astronomy and step by step how to mount a radio telescope. From this work will be elaborated proposals of activities that integrate the experimental activity to the computational resources in order to prioritize the aspects of interaction between the students, experimental devices and scientific knowledge. As a methodological reference, we will use sociocultural references derived from Lev Vigotski's theory.

Erick Kenji Doi , Pedro Ricardo Silva Neto, Deidimar Alves Brissi

IFSP - Campus Birigui

A Astronomia é uma ciência estudada desde os primórdios da humanidade. O homem observava o céu e registrava tudo aquilo que conseguia enxergar nas paredes das cavernas. Com o passar dos séculos, as pinturas rupestres e os entalhes em rochas foram substituídos por registros escritos em tábuas cuneiformes, depois em papiros, surgiram os mapas do céu, foram construídos instrumentos de observação, e desta forma, pouco a pouco a Astronomia foi evoluindo. Inicialmente, a Astronomia tinha um caráter extremamente mitológico e, como principal função, servir à astrologia. Depois o modelo Geocentrista ganhou um status científico com os Gregos. Foi só com Nicolau Copérnico, Galileu Galilei e Kepler, que a tese inicialmente criada por Aristarco de Samos, o heliocentrismo, tese que defende o modelo astronômico que conhecemos hoje foi realmente fundamentada e aceita. Com a necessidade de disseminar os conhecimentos astronômicos à população, o ensino de Astronomia é introduzido no currículo escolar desde o primeiro ano do ensino fundamental. Para conseguir bons resultados se faz necessário o uso de estratégias diversificadas para tratar de um tema tão abstrato em nível de sala de aula, portanto se introduz o uso de simuladores, planetários e outras ferramentas que auxiliam na visualização dos corpos celestes, suas informações e seus movimentos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é comparar e avaliar simuladores para o ensino de Astronomia. O trabalho iniciou-se com uma pesquisa prévia dos softwares e aplicativos móveis com mais downloads em suas respectivas plataformas, de forma que atendessem os requisitos de serem gratuitos e disponíveis para microcomputadores (PC) ou celulares (mobile). Foram baixados, instalados, testados, explorados de forma individual e após análise, classificados nas seguintes categorias: interface, recursos e viabilidade. Interface, se o simulador possui um modelo atrativo ou não, se é intuitiva e se possui os recursos disponíveis a fácil acesso. A próxima característica a ser analisada são os recursos oferecidos pelo programa (software) ou aplicativo (app), se eles são superficiais, de forma que só são utilizados para observação ou se possuem recursos adicionais para ampliar a experiência do usuário. Por último temos a viabilidade do software/app para usuários iniciantes, de forma que é analisado se há possibilidade de usuários iniciantes usufruírem minimamente dos recursos disponibilizados. Os aplicativos (apps) investigados na plataforma mobile, foram: Star Chart, Solar Walk Lite, Sky Map, SkyOrb, Star Walk 2 e SkEye. Para microcomputadores (PC) foram: Stellarium, Cartes Du Ciel, Celestia, WorldWide Telescope, Home Planet e Kstars. Dentre os apps é possível destacar o Star Chart, Solar Walk Lite e Sky Map, por se tratarem de aplicativos com interface simples e intuitiva, de forma que o usuário facilmente pode explorar suas ferramentas, além da observação do Sistema Solar e seus fenômenos, que é uma das funções principais de um simulador no ramo da Astronomia. Esses aplicativos trazem consigo recursos extras que podem maximizar a experiência do usuário, como: calculadora de dados astronômicos, tabelas de comparação de dados, manipulação de data/horário, galeria de fotos, entre outros recursos versáteis que possivelmente podem abranger públicos diferentes dentro da Astronomia. Os demais aplicativos explorados, são mais limitados quanto aos

recursos extras, mas cumprem bem sua função quando a utilidade é apenas observar o movimento dos corpos celestes. Para os microcomputadores, podemos pontuar o Stellarium e o Celestia como os destaques da categoria, além da grande popularidade de ambos, são softwares que possuem interfaces indicativas, de maneira que podem ser utilizados facilmente no âmbito de sala de aula, já que não se necessita de explicação prévia para utilizar os recursos básicos oferecidos no software. Além disso, podemos citar o quão vasto são as possibilidades de estudos utilizando os mesmos, já que possuem ferramentas como calculadora astronômica, manipulação de data, excursões guiadas pelo sistema solar, chuvas de asteroides, entre outros serviços que podem ser utilizados no ensino de astronomia. Outros programas como Cartes du Ciel, WorldWide Telescope, Orbitron, home planet e DeepSky Astronomy tem menos relevância, porém conseguem atender bem o público dentro das suas funções designadas, em sua grande maioria, só possuem a opção de observar o céu e os planetas do nosso Sistema Solar. Um caso a parte é o Cartes du Ciel, um programa bem completo e robusto, que se destaca pelos seus grandes pacotes de dados, que acaba não sendo bem classificado por possuir uma interface menos atrativa e necessitar de mais conhecimento astronômico para manipular corretamente o software. Os softwares e aplicativos possuem papel fundamental no ensino de Astronomia, visto que estamos tratando de uma ciência em sua grande maioria visual e que se necessita de atividades que permitam essa observação para um melhor entendimento. Portanto os simuladores de Astronomia classificados até então, agregam muito dentro do ensino e permitem que o aluno explore esta ciência de maneira lúdica e divertida, proporcionando um melhor desempenho e auxiliando os docentes no desenvolvimento da mesma. A pesquisa ainda está em andamento e busca abranger ainda mais aplicativos e softwares.

Produção de um livro paradidático para o ensino-aprendizagem de Astronomia na educação formal e não formal.

O4

Fabiana Esgalha Vieira Honda, Deidimar Alves Brissi, Pedro Ricardo da Silva Neto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Câmpus Birigui

Utilizado pelos professores em sala de aula como material de apoio, o livro paradidático serve para auxiliar os professores e alunos de diversas maneiras. Para o professor, é uma ferramenta importante para a construção de competências, ajuda na fundamentação teórica dos conteúdos apresentados em sala de aula e na otimização de tempo. Nestes casos o professor dedicará todo o tempo de sua aula para trabalhar os conteúdos de maneira que o aluno possa construir seu conhecimento, uma vez que todas as atividades, textos, figuras e exercícios já estão presentes no material. Já para os alunos, o livro oferece uma sequência didática que facilita a compreensão e o domínio do conteúdo; serve para despertar o interesse de aprendizado e busca de novos conhecimentos por parte do aluno. Os livros paradidáticos, em sua maioria, vêm sempre sendo atualizados, conforme o avanço da tecnologia e transformação da ciência. Antigos materiais impressos, hoje ganham espaço entre os alunos e professores, de forma digital, sendo mais fácil de serem carregados, acessíveis em qualquer

lugar e por não haver limitação de quantidade. Há poucos livros paradidáticos para o ensino de ciências, e menos ainda, para o ensino de Astronomia. O ensino desta ciência tem um caráter interdisciplinar que carrega consigo aspectos importantes para o ensino em geral, uma vez que ela se relaciona com diversas outras áreas da educação. Por ser um conteúdo ligado à ciência, o estudo da Astronomia está sempre em mudança, e isto é um agente que favorece a inadequação de muitos dos livros presentes hoje, pois devem ser atualizados constantemente. Erros conceituais, inexistência de conteúdos em determinados anos escolares recomendados pelo PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e BNCC (Base Nacional Comum Curricular), diminui ainda mais a quantidade de livros adequados ao ensino. Este fator junto aos demais encontrados, quando tratado o ensino de Astronomia, apresenta déficits que corroboram na baixa aprendizagem do aluno. O conteúdo de Astronomia é, em sua grande maioria, abstrato para quem o estuda, fazendo-se necessário, no mínimo, algum outro tipo de metodologia para facilitar a compreensão deste. Para uma criança que participa de alguma atividade lúdica a aquisição de novos conhecimentos e desenvolvimento de habilidades ocorre de forma mais rápida, natural e agradável, além de gerar um forte interesse em aprender novas coisas garantindo o prazer. Ao praticar essas atividades a criança se expressa, assimila conhecimentos e constrói a sua realidade. O lúdico tem capacidade de gerar sobre a criança o desenvolvimento de diversas habilidades de forma harmoniosa, proporcionando divertimento, estímulo intelectual, convívio profícuo, autocontrole e autorrealização. Para que o lúdico contribua na construção do conhecimento é necessário que seja trabalhado adequadamente. O sofrer intervenção por parte do educador, intervindo em sua metodologia de aplicação, em que o educador deve direcionar toda a atividade lúdica e estabelecer objetivos para a realização da mesma, tornando-a uma atividade de caráter pedagógico e não uma simples brincadeira. A organização e no prover de suas estratégias de acordo com as necessidades peculiares das faixas etárias, ele promoverá a interação social e o desenvolvimento de habilidades intelectivas. Dessa maneira o lúdico se torna uma das formas mais adequadas para a aprendizagem dos conteúdos escolares, em que o professor deverá usá-lo como uma ferramenta fundamental na prática pedagógica. Ao refletir sobre estes pontos e a dificuldade encontrada pelos professores e alunos em sala de aula, determinou-se como objetivo deste trabalho produzir um livro que sirva como material de apoio nas aulas de ensino de Astronomia para alunos a partir do Ensino Fundamental II. Também buscou-se produzir um livro que sirva para o ensino não formal, como leitura pelos amantes das ciências, e principalmente, da Astronomia. O livro O SISTEMA SOLAR (Série: Descobrimos o Universo) foi desenvolvido durante os anos de 2018 e 2019 após diversas pesquisas na área da educação e do ensino de ciências. O livro será lançado em julho de 2019, pela Editora Pindorama. Cada capítulo do livro está dividido em duas partes, a primeira onde contém textos com informações (básicas) sobre o Sistema Solar de forma clara e sucinta, afim de facilitar a compreensão dos leitores, principalmente aqueles que possuem dificuldades neste conteúdo. E a segunda parte, conta com atividades lúdicas ao final de seus textos para que os alunos, ou outros leitores, tenham uma maior compreensão e absorção dos conhecimentos apresentados quando realizado as respectivas atividades. Por ser um facilitador, está dividido por capítulos, assim podendo ser trabalhado de forma separada acordo com

a necessidade exigida em sala de aula. Antes mesmo de ser lançado foi utilizado em sua forma parcial em uma escola estadual de Birigui/SP, onde foram obtidos resultados significativos no requisito aprendido e compreensão dos alunos. O livro será disponibilizado de forma impressa para que seus futuros leitores possam realizar as atividades lúdicas presentes nele no próprio livro.

Modulação do Caráter Radicalar em Poliacenos via Inserção de Grupos Doador/Aceitador

05

Julio Cesar Verli Chagas¹, Max Pinheiro², Francisco B. C. Machado²

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Os n-acenos ou poliacenos, moléculas aromáticas constituídas por uma série de anéis de benzeno fundidos em uma disposição linear, foram identificados como semicondutores orgânicos, servindo como material funcional para a nova geração de dispositivos fotovoltaicos e transistores de efeito de campo. A potencialidade prática dos poliacenos se deve principalmente à versatilidade da estrutura eletrônica e excelentes propriedades de transporte de carga [1]. Em princípio, as propriedades ópticas e eletrônicas destes sistemas podem ser moduladas para aplicações práticas com o aumento do número de anéis; entretanto a alta propensão dos grandes acenos à oxidação ou fotodegradação os tornam dificilmente acessíveis sinteticamente [2]. Deste modo, é de fundamental importância o desenvolvimento de procedimentos que estabilizem estes sistemas ou, alternativamente, a busca por compostos que não apresentem problemas relacionados à estabilidade. Para tal, é necessário um estudo aprofundado da estrutura eletrônica, buscando entender e mapear os aspectos responsáveis pelo alto caráter radicalar, responsável pela instabilidade [3]. Neste sentido, diversos esforços teóricos e experimentais têm sido empregados na busca de estratégias para modular o caráter radicalar e, portanto, a reatividade de tais compostos [4]. O presente trabalho teve como objetivo geral a utilização de métodos multiconfiguracionais da química quântica computacional para a caracterização da estrutura eletrônica e do caráter poliradicalar de estruturas de poliacenos modificados pela inserção de grupos doadores/aceitadores de elétrons. Investigou-se a influência da inserção dos substituintes $=C(CN)_2$, $=O$ e $=CH_2$ sobre a estrutura eletrônica e aromaticidade de um centro benzênico individual; isto é, sobre o benzeno. De modo geral, as investigações mostraram que, do ponto de vista eletrônico e estrutural, a inserção do grupamento $=C(CN)_2$ favorece o sexteto benzênico e a aromaticidade do centro cíclico; em contrapartida, a inserção dos grupos $=O$ e $=CH_2$ conduziu a uma estrutura quinoidal de baixo caráter aromático ou até mesmo antiaromática.

[1] BENDIKOV, M.; DUONG, H. M.; STARKEY, K.; HOUK, K. N.; CARTER, E. A.; WUDL, F. Oligoacenes: Theoretical Prediction of Open-Shell Singlet Diradical Ground States. *J. Am. Chem. Soc.*, v. 126, n. 33, p. 7416-7417, 2004.

[2] SCHOLES, G. D.; RUMBLES, G. Excitons in Nanoscale Systems. *Nat. Mater.*, v. 5, p. 683-696, 2006.

[3] PINHEIRO Jr., M.; FERRÃO, L. F. A.; BETTANIN, F.; AQUINO, A. J. A.; MACHADO, F. B. C.; LISCHKA, H. How to Tune Efficiently the Biradicaloid

Nature of Acenes by Chemical Doping with Boron and Nitrogen. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, v.19, p. 19225, 2017.

[4] ZADE, S. S.; BENDIKOV, M. Heptacene and Beyond: The Longest Characterized Acenes. *Angew. Chem.*, v. 49, n. 24, p. 4012-4015, 2010.

06

A structural modification on acenes: biphenylene derivatives case

Bruno Doria Milanez, Francisco B. C. Machado

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Recent studies, experimental [1, 2] and theoretical [3], have suggested the phenylene-containing oligoacenes (POA) molecules as promising materials for extending the pi-conjugation framework, while they still preserve high chemical stability and achieve enhanced optoelectronic properties. These structures have a rectangular ring (the cyclobutadiene linkage) partially interrupting the pi-conjugation between fused benzenoid rings, and this quantum confinement can lead to modulation of properties. The present work focus on the series of compounds called n-acene[b,h]biphenylene. Using high level molecular electronic methodologies, the structural analysis of the molecules was performed in order to obtain information about the nature of the rectangular connection and about the aromaticity within the systems, using the HOMA index approach [4]. The structures might exhibit a radicaloid character, considering its similarities with the acenes [5]. The singlet-triplet gap calculation was carried out and analyzed in order to access this tendency towards an explicit radical behaviour. References:

[1] R. Parkhurst and T. Swager, *J. Am. Chem. Soc.*, 2012, 134 (37), 15351.

[2] S. Luppino and T. Swager, *Synlett*, 2017, 28 (03), 323.

[3] Y. Jun, *J. Phys. Chem. A*, 2015, 119 (51), 12706.

[4] T. M. Krygowski and M. K. Cyranski, *Chem. Rev.*, 2001, 101, 1385-1419.

[5] F. Plasser, H. Paaličš, M. H. Gerzabek, F. Libisch, R. Reiter, J. Burgdörfer, T. Müller, R. Shepard and H. Lischka, *Angew. Chemie - Int. Ed.*, 2013, 52, 2581-2584.

Modelling the DC magnetron discharge using the global model

07

Júlia Karnopp, Julio César Sagás

Universidade do Estado de Santa Catarina

Magnetron sputtering is one of the main methods used for thin film deposition. The sputtering process consists of the removal of atoms from a target due to ion bombardment. The ions are generated in a plasma magnetically confined in front of the target. The sputtered atoms deposit in the surfaces forming the film. The modelling of this discharge system allows to analyze parameters that are hard to measure, besides it simplifies the search for the best deposition conditions, in order to obtain specific film properties. The modelling of this discharge is a difficult task due to the presence of a non-homogeneous magnetic field. It strongly affects the diffusion processes and the electric potential distribution. However, recent papers have shown the feasibility of the global model to study this system. It is a zero-dimensional model that provide the mean value of the physical quantities. The model allows to simulate the plasma chemistry, through the solution of balance equations for species and energy, providing the temporal variation of species density, electron temperature, among others quantities. In this work, a global model for ionization region of DC magnetron discharge was developed. The model system uses argon as working gas and a titanium target. Two electron populations were considered, cold and hot (or secondary electrons), three populations of argon in ground state (cold, warm and hot), argon ions, metastable argon atoms, titanium atoms in the ground state, singly ionized metal ions and doubly ionized metal ions. With this model is possible to reproduce the typical current-voltage relations of magnetron discharges. In addition, the effects of process and geometrical parameters were studied. Additionally, the effects of different electron energy distribution functions (EEDF) were investigated. Generally, in the models, the EEDF is approximated to a Maxwellian distribution, however experimental works show deviations from this case. As an alternative, others EEDF can be used as the Druyvesteyn distribution. In this work, the simulations were made for Maxwellian and Druyvesteyn distributions. The results show that for the Maxwellian distribution the electron temperature is lower, and the electron density is higher than for the Druyvesteyn distribution. Also, the collisional energy loss per electron-ion pair created is greater for the Druyvesteyn distribution. This EEDF has a smaller electron population at high energies, resulting in low rate coefficients and consequently in high values of collisional energy loss per electron-ion pair created.

Nanoestruturas Ru₂Si₃ semicondutoras produzidas pela técnica de implantação iônica em SiO₂/Si: caracterização estrutural e óptica

Ricardo Valli¹, Rossano Lang², Douglas Leite¹, Argemiro Sobrinho²

1 Instituto Tecnológico de Aeronáutica 2 UNIFESP

Palavra-chave: Siliceto de Metal de Transição, Semicondutor, Propriedade Estrutural e Óptica.

Silicetos de metais de transição têm sido intensivamente estudados nas últimas três décadas devido a sua grande diversidade de propriedades físicas que oferece uma larga faixa de possíveis aplicações em micro e optoeletrônica [1]. Em particular, o Ru₂Si₃ tem sido reconhecido como um material promissor para aplicações em dispositivos ópticos devido às suas propriedades de fotoresposta na região espectral do infravermelho próximo a 1,55 μm , um comprimento de onda relevante para comunicações ópticas. Este trabalho engloba a síntese e a investigação das propriedades ópticas de nanopartículas Ru₂Si₃ produzidas pela técnica de implantação de feixe de íons seguida de tratamentos térmicos. Uma camada de SiO₂ (230 nm) foi crescida sobre substrato de Si(001) tipo-n previamente limpo. Após o crescimento de SiO₂, íons de Ru⁺ a uma energia de 800 keV foram implantados na matriz SiO₂/Si. A dose iônica foi de 8×10^{15} Ru⁺/cm². Um conjunto de 3 amostras foi tratado termicamente à baixa temperatura (100 °C por 72 h) a fim de obter um processo de envelhecimento das amostras [2]. Em seguida, as amostras envelhecidas foram recozidas nas temperaturas de 1100, 1200 e 1300 °C por 6 horas; com o intuito de atingir a formação de nanopartículas semicondutoras. Os espectros de micro-Raman das amostras envelhecidas seguida de recozimento, tanto em 1100, 1200 como em 1300 °C indicam a formação da fase Ru₂Si₃. Embora, a amostra recozida em 1300 °C tenha apresentado certa difusão de Ru para fora da amostra durante o recozimento a alta temperatura, é possível ainda identificar a presença de Ru₂Si₃. Estudos próximos à borda de absorção óptica na região espectral do infravermelho próximo, através de medidas de refletância, sugerem um gap de energia em aproximadamente 1.5 μm (0.83 eV); em boa concordância com resultados teóricos. Portanto, nossos resultados experimentais indicam sucesso no processo de implantação e formação de fase semicondutora por subsequente tratamento térmico, tendo em vista a grande dificuldade de obtenção de feixe de íons Ru⁺ devido à alta temperatura do seu ponto de fusão (2334 °C). Agradecimento: UNIFESP, ITA, Capes e CNPq.

[1] V. E. Borisenko, *Semiconducting Silicides*, Springer, New York, 2000.

[2] F Kremer, F P Luce, Z E Fabrim, D F Sanchez, R Lang, F C Zawislak and P F Fichtner. *J. Phys. D: Appl. Phys.* 45 (2012) 095304.

Seção de Painéis

Excitons em novos materiais semicondutores bidimensionais ^{PO1}

Sabrina da Silva Sa, Andrey Chaves

Universidade Federal do Ceará

Materiais semicondutores bidimensionais têm sido objeto de intensos estudos nos últimos anos e diversas aplicações tecnológicas para tais materiais são esperadas num futuro próximo. Uma classe de semicondutores bidimensionais de muita relevância é a dos dicalcogenetos de metais de transição (TMDCs, do inglês "transition metal dichalcogenides"), os quais têm sido demonstrado bastante interessantes para o desenvolvimento da optoeletrônica. Para um entendimento completo da interação luz-matéria e dos fenômenos de absorção e luminescência observados em experimentos com estes materiais, precisamos de um modelo teórico robusto para descrever os excitons neles. Resultados experimentais têm dado evidências de que a energia de ligação dos excitons neste sistema é alta e muito dependente do ambiente dielétrico em seu entorno (substrato e camadas superiores). Neste trabalho, estudamos propriedades optoeletrônicas dos TMDC, com foco no efeito do ambiente dielétrico sobre as propriedades de excitons. Para isso, desenvolvemos o Hamiltoniano equivalente à rede atômica, obtivemos as bandas de energia e aproximamos estas bandas por parábolas no modelo de massa efetiva, onde os elétrons podem ser tratados efetivamente como quasi-partículas livres. Resolvemos a equação de Schrodinger independente do tempo para encontrar os níveis de energia de excitons assumindo uma interação elétron-buraco obtida através da solução da equação de Poisson, resultando em um potencial não mais Coulombiano, mas com a forma do potencial de Rytova-Keldysh. Os resultados do nosso modelo para diferentes TMDC sobre substratos e cobertos por outros materiais em várias configurações são comparados com observações experimentais recentes.

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, ELÁSTICAS E VIBRACIONAIS DO COMPOSTO Al₂TiO₅ UTILIZANDO CÁLCULOS DE PRIMEIROS PRINCÍPIOS.

PO2

Arthur Domingos Mesquita de Moraes, Roner Ferreira da Costa, Subenia Karine de Medeiros

Universidade Federal Rural do Semi-árido

Mechanical engineering has been developed in several areas, especially in the field of materials science and production processes. One of the processes most used by the industry is the casting process, which makes use of a mold to manufacture the parts that will be used in the most diverse areas, and the Aluminum Titanate being a very prone material to constitute such a mold. In the present work the network parameters, elastic constants and vibrational parameters of Aluminum Titanate (Al₂TiO₅) will be calculated using the calculations of first principles. The Cambridge Sequential Total Energy Package (CASTEP) software, which calculates these properties from the wave function, using the DFT function with the local density approximations (LDA) and the generalized gradient (GGA). Preliminary studies have found that when using the LDA approach with 500 eV energy, the structural parameters do not differ by more than 1,5% of the experimental values. The results for the elastic constants, matrix coefficients and Bulk modulus showed that the material is mechanically stable, which justifies its use in industry. Key words: Aluminium Titanate; structure parameters; elastic parameters; vibrational parameters

Polythiophene derivatives for application in chemical sensors: adsorption studies via electronic structure calculations

PO3

Bruno Hori Barboza¹, Augusto Batagin-Neto²

¹Universidade Estadual Paulista, UNESP

² UNESP, Campus Experimental de Itapeva

Organic conjugated polymers have been considered interesting materials for applications in chemical sensors, mainly due to their high versatility of synthesis, low relative cost and interesting optoelectronic properties. In a special case, polythiophene (PT) derivatives have been successfully employed in this area. However, at the same time that the versatility of synthesis of these materials allows the production of varied derivatives, the complexity of the interactions with the analytes hinders an efficient design of compounds with improved sensing properties by trial and error. In this context, in the present study electronic structure calculations were employed to identify promising PT derivatives for chemical sensor applications. For this purpose, structural, optical, electronic and reactivity properties of a set of PT derivatives containing specific side groups were evaluated in a DFT approach (B3LYP XC functional and 6-31G basis set), with the aid of Gaussian 09 package [1]. Geometry optimizations were conducted via a Hartree-Fock approach

(PM6 semiempirical approximation) with the aid of MOPAC2016 package [2]. The adsorption of different gas compounds (H₂O, H₂S, NH₃, SO₂) was also conducted for selected systems and the influence of analytes was evaluated in order to identify relevant sensing properties. The results obtained suggest that an appropriate choice of side groups may lead to derivatives with improved sensorial properties for specific systems. In particular, PT-CN derivative was identified as the most promising system for the production of high sensitive chemical sensors (mainly towards SO₂ and NH₃).

References:

[1] FRISCH, M. J. et al. D.J., 2009 Gaussian 09, Revision B.01. Gaussian Inc., Wallingford.

[2] STEWART, J. J. P. MOPAC: a semiempirical molecular orbital program, Journal of computer-aided molecular design, v. 4, p. 1-103, 1990.

Efeitos físicos a velocidades próximas à da luz em cinemática da Teoria da Relatividade Especial, com aplicações

PO4

Marina Chacon Rodrigues¹, Nadja Simão Magalhães²

¹Universidade Federal de São Paulo

²Universidade Federal de São Paulo e Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Esta pesquisa utiliza a Teoria de Relatividade Restrita (TRR) de Einstein com o propósito de apresentar como é a cinemática de partículas com velocidades relativísticas. O conhecimento dessa cinemática, especialmente através de recursos visuais, pode facilitar a compreensão dos postulados e outros conceitos da TRR por pessoas que têm pouca familiaridade com o assunto. Através de análises matemáticas, com o auxílio de gráficos, foi possível estudar os movimentos de partículas a diferentes frações da velocidade da luz. O resultado obtido é a base teórica que foi usada para provar que os neutrinos (partículas elementares antes consideradas sem massa) possuem massa não nula - esta constatação rendeu o prêmio Nobel de Física de 2015. Este trabalho é concluído apresentando, como aplicação dos estudos de cinemática, a interpretação física que conduz à determinação da massa não nula dos neutrinos.

Influence of bias frequency in physical properties of Ti(1-x)AlxN films deposited via reactive magnetron sputtering deposition

PO5

Heloisa Dellandrea, Abel Recco

Universidade do Estado de Santa Catarina

Ti(1-x)AlxN films were deposited via reactive magnetron sputtering deposition. An alloy of Ti/Al with atomic proportion of 40/60 was used as target. The films were deposited on monocrystalline Si (001) and on tool tempered and quenched steel AISI D2. The aim of this work was to investigate the influence of bias frequency applied to the substrate in the physical properties of the coatings. The films have been deposited under three depositions conditions, varying the frequency of the bias applied to the substrates: direct and pulsed, with frequencies of 25 kHz and 100k Hz. The values of temperature (300 oC), root mean square voltage (100 V), pressure (3,0 mTorr), reactive gas flow (16 sccm) and Ar flow (4,0 sccm) were the same in all three conditions. The hardness (H) and Young's modulus (E) values have been determined by depth sensing testing. The root mean square roughness (Rrms) and surface morphology have been characterized by atomic force microscopy (AFM) and scanning electron microscopy (SEM). Microstructure and thickness of films have been determined by SEM and, crystal structure, lattice parameters and texture have been measured by X-ray diffraction (XRD). These three coatings exhibited face-centered cubic structure (m[225]), columnar microstructure and (111) preferential orientation. The results show that the frequency of the voltage applied on the samples influences the lattice parameter of the unit cell, roughness (Rrms) and hardness of the coatings.

Produção de filmes de Nitreto de Gálio pela técnica de magnetron Sputtering reativo

PO6

Regiane Santana de Oliveira, Hebert de Amorim Folli, Cristiane Stegemann, Marcos Massi, Argemiro Sobrinho, Douglas Leite

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica (LPP - ITA)

²Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia - PPGEMN

Através da técnica de magnetron sputtering foram depositados filmes de Nitreto de Gálio (GaN) em substratos de silício (100) e vidro amorfo. Os parâmetros do processo foram variados e monitorados de maneira a determinar os pontos ótimos de operação, assim como os limites do sistema. As amostras foram divididas em três grupos: o primeiro com variação nas pressões parciais dos gases nitrogênio e argônio, que compõem a atmosfera do plasma; o segundo grupo teve como alvo de estudo a pressão de trabalho, que foi variada de 3,0 a 20mTorr; e o terceiro grupo de amostras teve a potência da fonte de radiofrequência (RF) aplicada ao alvo alterada de 30 a 90W. As amostras foram caracterizadas através das técnicas de difração de raios-x (DRX), espectroscopia de espalhamento Raman e elipsometria espectrofotométrica, além da perfilometria mecânica. Além disso, foram estudados os pontos de operação

da descarga, realizando medidas das taxas de deposição para os diversos modos de operação, analisando o comportamento das amostras diante das diferentes condições de crescimento. As caracterizações dos filmes de GaN produzidos são promissoras e mostram características esperadas e necessárias para aplicação em dispositivos SAW e para o entendimento dos regimes de crescimento do GaN pela técnica de sputtering. Agradecimentos: Fapesp (2015/06241-5, 2011/05772-0), CAPES (Bolsa MS Demanda Social PG-FIS/ITA, 88881.122156/2016-01, 8887.157419/2017-00), CNPq (143273/2018-3).

The effects of sodium content and hydrogenation of TiO₂ nanoparticles doped with manganese on photocatalytic activity

P07

Giovanna Liparelli Fernandes ¹, Barros, H. C. S.¹, Oliveira, F. P.¹, Gomes, M. C.¹, Godoy-Jr., A. ²; Leite, D. M. G. ²; da Silva-Sobrinho, A. S.², Pereira, A. L.J. ^{2,3}

¹Instituto Federal de São Paulo, Campus São Jose dos Campos

²Instituto Tecnológico de Aeronáutica

³ Universidade Federal da Grande Dourados

In the last decades, titanium dioxide (TiO₂) aroused the interest of many research groups due to its interesting physical and chemical properties. In the anatase phase, this material presents several studies in photocatalytic applications [1]. However, pure TiO₂ requires illumination in the ultraviolet (UV) region to be activated, which prevents their large-scale application using the sunlight. Recently, some scientific researches show that the doping of TiO₂ with transition metals result in a decrease of the bandgap to the visible region of the electromagnetic spectrum [2]. However, further studies are needed in order to better understand the consequences of doping on TiO₂ properties. Therefore, the focus of this work was to synthesize Manganese doped TiO₂ nanoparticles (Mn-TiO₂) using the modified polymer precursor method and study the effects of sodium content and hydrogenation of TiO₂ nanoparticles on their photocatalytic activity. Titanium isopropoxide (IT), citric acid monohydrate (AC), ethylene glycol and, for doping, Mn (II) nitrate were used as precursors. The titanium citrates (TC) were obtained by the reaction of CA and IT in the 3:1 ratio. The TC was divided into four parts and, in two of them, Mn (II) nitrate was added in a concentration of 1 mol%. One pure and one doped part of this TC was directly placed in a hydrothermal reactor and treated in a conventional oven for 24h at 130 °C. The other two parts were mixed with 20 mL of 10 M NaOH, which were maintained at vigorous stirring for 1 h at room temperature. The solution was then transferred to a stainless-steel reactor at teflon-lined and heated for 24 h at 130 ° C. After cooled naturally in air, all the mixtures was centrifuged at a speed of 4000 rpm and the precipitates were collected. The powder was thoroughly washed with distilled water with 0.1M of HCl to adjust the pH. The material was then dried for 1 h at 80 ° C and finally annealed at 500 ° C for 2 hours. Half of each sample was treated in hydrogen plasma to produce the hydrogenation. The treatment was carried out in the Reactive Ion Etching of the Plasmas and Processes Laboratory (LPP-ITA). The nanoparticles properties were characterized mainly by

X-ray diffraction, Raman scattering and Field Emission Gun Scanning Electron Microscopy (FEG-SEM). Measurements indicate that the nanoparticle size is 70 nm, independent of the synthesis process. The nanoparticles have predominantly anatase structure, which is ideal to photocatalytic application since it presents higher electronic mobility in relation to other TiO₂ phases [3]. Diffuse reflectance measurements indicate an increase in optical absorption in the visible region, followed by a decrease in bandgap. Photodegradation tests of methylene blue indicate a significant increase in efficiency due to the incorporation of Mn in the TiO₂ structure. Acknowledgements CNPq (422250/2016-3, 159754/2018-6), FAPESP (2015/02641-5)

References

- [1] Wetchakun, K., et Al. J. Ind. Eng. Chem. 71, 19 (2019)
- [2] Binas, V. D., et Al. Appl. Cat. B: Env. 113-114, 79(2012)
- [3] Serpone, N. Catalysts 8, 553 (2018).

Determinação da taxa de colisão das partículas do núcleo de estrelas de sequência principal com massa variando entre 0,08 M_o e 20 M_o

PO8

Pedro Ricardo da Silva Neto, Deidimar Alves Brissi

IFSP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Birigui

A formação estelar inicia-se a partir de nuvens moleculares, que são nebulosas extensas com altas concentrações de gases e poeira. Quando as regiões mais densas dessas nuvens começam a colapsar, consequência de alguma perturbação próxima (ondas de choques provocados por: supernovas, jatos, formação estelar, etc.), a gravidade impõe força suficiente para que seja mantido um equilíbrio hidrostático, onde todas as forças que estejam atuando em qualquer ponto no interior estelar são compensadas externamente. Em virtude da concentração e ganho de massa, os gases ao redor passam a cair sobre a protoestrela, esse processo irá durar milhares de anos até o momento que no centro a temperatura seja alta suficiente (mais de 10⁷ K) para que ocorra reações de fusão termo nuclear. Objetos protoestelares com = 0,08 M_o não atingirão temperatura central suficiente para ignição do hidrogênio, tornando-se anãs marrons. A massa com que a estrela inicia esse processo nuclear irá determinar a velocidade da queima do hidrogênio e assim seu comportamento ao longo da sequência principal, com exceção das estrelas que fazem parte de sistemas binários ou múltiplos, onde pode haver acréscimo de massa graças a uma estrela companheira. O estudo do plasma está relacionado a gases quase-neutros de cargas e partículas neutras com comportamento coletivo e com fenômenos de altas energias como o processo de fusão termonuclear, considerando as estrelas em seu estado inicial onde apenas o hidrogênio está sendo fundido, torna-se viável o uso das equações utilizadas na Física de Plasmas. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo a análise da taxa de colisão das partículas no núcleo estelar utilizando-se de simulações que considerem as equações que modelam os parâmetros físicos no núcleo estelar (parâmetros astrofísicos e da Física de Plasmas). O raio em estrelas

de sequência principal e idade zero pode ser estimado apenas com a massa da estrela, de forma empírica, alterando apenas alguns parâmetros da equação de acordo com o processo de geração de energia que predomina no interior da estrela, sendo a cadeia próton-próton no primeiro intervalo, que vai de 0,08 a 1,3 Massas solares, acima desse intervalo o ciclo do CNO passa a ser o predominante indo de 1,3 a 20 Massas solares. Por meio da equação de estado para um gás perfeito não degenerado, é possível obter a temperatura em que o núcleo se encontra, assim, considerando que no interior estelar contém basicamente hidrogênio ionizado, com uma massa média por partícula de $(\alpha)m_H$. Partindo da distribuição de Maxwell-Boltzmann, é possível determinar a velocidade média das partículas envolvidas no processo, utilizando da temperatura estimada anteriormente. A taxa de colisão foi estimada ao considerar a densidade das partículas no núcleo estelar, junto da velocidade média das partículas e três diferentes intervalos de seção de choque típicos para as partículas envolvidas no processo. Para o cálculo da energia média em que as partículas se encontram, foi utilizado a velocidade média das partículas obtidas anteriormente junto da massa de um átomo de hidrogênio. Foram simulados os seguintes parâmetros: raio, temperatura, velocidade, densidade média, taxa de colisão e a energia média das partículas do núcleo estelar para os dois intervalos de massa e dentro deles a taxa de colisão foi simulada para as três seções de choque. Ao fim das simulações, com os dados obtidos, gráficos de todos os parâmetros foram construídos em função da massa da estrela. Os gráficos de taxa de colisão em função da massa mostram o decaimento da primeira grandeza conforme o aumento da segunda, a energia obtida para o primeiro intervalo se inicia em 0.1 keV, no segundo intervalo chega a valores próximos a 0.4 keV, estando de acordo com a bibliografia onde se tem que o processo de fusão nuclear no interior das estrelas ocorre por inteiro via tunelamento quântico. Para entender como funciona esse processo, as curvas foram ajustadas segundo a distribuição de Cauchy-Lorentz. Mediante os cálculos finais, análises gráficas e os ajustes para as curvas de Cauchy-Lorentz, foi possível concluir que a taxa de colisão se mantém em um valor alto nas estrelas de baixa massa, seguindo de um valor aproximadamente constante, isto nos dois intervalos de massa.

Development of a power supply with sawtooth pulse for Langmuir probes

PO9

Gabriel Cardoso Grime, Julio C. Sagás
Universidade do Estado de Santa Catarina

Cold plasmas can be defined as a quasi-neutral collection of charged and non-charged particles, including atoms, molecules, ions and free electrons. Due to Coulomb interactions, the charged particles exhibit collective. Parameters like electron temperature and density, as well as the electron energy distribution function are the key parameters to understand plasma properties. One of the most important techniques to obtain these parameters are electrostatic (or Langmuir) probes, due to their simplicity and applicability. Basically, a conductor is introduced in the bulk plasma. Changing the probe potential relative to the plasma, a current is drained, resulting

in a characteristic current-voltage curve. The analysis of this curve allows the determination of plasma characteristics. To obtain a reliable current-voltage curve, the variation of voltage must be fast and repeated several times. It implies in the use of a power supply with a sawtooth pulse. The aim of this work is to build such power source to supply a Langmuir probe, that will be used to measure plasma parameters in different conditions. The project and characteristics of the power supply will be further obtained.

PERMETHRIN POLYMERIZATION ON POLYAMIDE FABRIC BY HYBRID CORONA-DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE OPERATING AT ATMOSPHERIC PRESSURE

PO10

André Petraconi³, F. Gasi³, E. Bittencourt², A.H.R. Castro², F.S. Miranda², AM Essiptchouk⁴, L. Nascimento², R. S. Pessoa², G. Petraconi², H Maciel².

¹Universidade de Mogi Das Cruzes

²Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

³Universidade Federal do ABC (UFABC)

⁴Universidade Estadual Paulista (UNESP)

A critical aspect in the development of polyamide fiber fabrics is the modification of their surface properties in order to optimize the dye absorption processes, improvements in the quality and functionality of the fabric. In this work the main objective is to investigate the electrical parameters of a corona discharge and dielectric barrier (DBD) in order to optimize the process of modification of the surface properties of textile substrates. The electrical characterization was performed with the discharge operating at atmospheric pressure (in air) by means of voltage and current signals analysis and the use of the Lissajous method to evaluate discharge power. Two modes of operation of the source were tested: Burst mode and square wave mode at a frequency of 23 kHz and peak-to-peak voltage of 25 kV. In Burst Mode, a sequence of voltage pulses overlaps the square wave in its half cycle in order to reduce the filamentary discharge aspect and thus increase uniformity of treatment. In burst mode, for the same frequency and peak voltage conditions, the discharge operates at power of the order of 6 W, much lower than the 29 W obtained in the pure square wave mode. For the activation process of textile substrates, the raw material initially chosen was the polyamide 6.6 mesh fabric as a function of its physical, chemical and application properties. Tests were performed with the two modes of discharge (Burst and square wave) to evaluate the effects of these different regimes on the surface properties of treated tissues. In order to identify chemical changes generated by plasma treatment the untreated and treated samples were analyzed by Fourier transform infrared spectroscopy with attenuated reflectance (FTIR-ATR). The molabilidade was evaluated by the technique of contact angle.

Synthesis by magnetron sputtering and characterization of the AZO / SiO_xC_yH_z / AZO multilayer on PET

P011

Caio Ireno², José Roberto Ribeiro Bortoleto², Diego Aparecido Carvalho Albuquerque¹, Lucas Pires Gomes de Oliveira², Raul Ramos²

¹Centro Universitario da Faculdade de Engenharia de Sorocaba

² UNESP - Universidade Estadual Paulista

Nowadays, research on transparent and conductive oxides (TCOs) thin films is growing, including when deposited on flexible polymer substrates. Recent studies have demonstrated the possibility of improving films deposited on polymeric substrates through multilayer structures. The objective of this work is to synthesize a multilayer system with aluminum doped zinc oxide thin films (AZO), covered by an organosilicon thin film, and an additional AZO thin film. This process increases the adhesion of the oxide films and reduces the permeation of gases. This proposal is justified by the possibility of manufacturing low-cost flexible photovoltaic cells with a long service life. The films will be synthesized by magnetron sputtering and magnetron-PECVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition) using argon gas to generate plasma, oxygen gas and hexamethyldisiloxane (HMDSO) for the synthesis of SiO_xC_yH_z films (organosilicon) and AZO ceramic target for the remaining layers. Different O₂ and HMDSO concentrations as well as different film thicknesses will be considered, and the resulting morphological and structural characteristics, chemical composition and bonding, and optical properties will be evaluated. The analysis of these results will enable proposing a methodology to obtain an optimal AZO / SiO_xC_yH_z / AZO multilayer film, with improved adhesion and electrical properties, while maintain transparent electrode characteristics and barrier effects on polyethylene terephthalate (PET) substrate.

Growth and Characterization of Pure and Mn Doped TiO₂ Thin Films by DC Magnetron Sputtering

P012

Afonso Guilherme Norberto¹, Gomes, Marcilene C.²; Godoy-Jr., Armstrong², Leite, Douglas M. G.³; Silva-Sobrinho, Argemiro³; Pereira, André L. J.^{1,3}

¹ Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

² Instituto Federal de São Paulo - Campus São José dos Campos

³ Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Currently, one of the biggest challenges related to space exploration is the simple, efficient and constant generation of electric energy. The use of solar cells is one of the most advanced technologies in this direction, being used in the International Space Station, satellites, and exploration robots. However, the current Si-based solar cells have low efficiency, especially in the region of visible and infrared light, besides the high production cost. For this reason, it is constant the search of new photosensitive materials that can be used in more efficient and less expensive solar cells. Among the semiconductor oxides, titanium dioxide (TiO₂) is one of the most promising materials to be applied in this technology. However, due to its high bandgap energy (3.0 - 3.2 eV), the photovoltaic performance of TiO₂ is low in the

visible spectrum region, preventing the use of natural solar light. In this context, this project aims the preparation of pure and Mn doped TiO₂ thin films by RF magnetron sputtering technique. The system contains two magnetrons cathodes with normal axis tilted 20° from the central reactor axis. The magnetron targets are made of 100 mm diameter metallic Ti and Mn, both of high purity. The cathodes were independently powered by two dc power sources (MDX 1K-Advanced Energy), allowing the setup of power fraction on each target for a total discharge power. In this work, the total discharge power was fixed at 300 W for the Ti target. In order to incorporate different Mn concentration in the films, we vary the power of the Mn target in the following values: 5 W, 10 W, 15 W, 20 W, 25 W, 30 W and 40 W. The films were deposited on pieces of glass and (100) oriented p-type polished Si wafers substrates during a deposition time of 60 min. The deposition process was initiated only after the residual pressure reaches 1.0 x 10⁻⁵ Torr. The working gases, Ar and O₂, both of 99.999% purity, were introduced in the chamber at a fixed flow rate (10.0 and 2.0 sccm, respectively) into the vacuum chamber through the use of mass flow controllers (1179A-MKS). After the deposition, the sample were annealed at 450 °C for 2h. The samples characterization was performed by X-ray diffraction, Raman scattering, Atomic Force Microscopy, Ellipsometry and Transmittance. The characterization showed that the films have a thickness of 200 nm and, after the annealing, crystallize mainly in the anatase phase. Furthermore, optical measurements showed a systematic decrease of the optical gap from 3.2 eV (pure sample) to 2.45 eV for the sample deposited with 40 W in the Mn target. Acknowledgements CNPq (422250/2016-3, 159754/2018-6), FAPESP (2015/02641-5)

PO15

Análise do guiamento de ondas no espectro THz com cristais fotônicos dopados com grafeno

Marcos Gabriel Lima Moura

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ

This work aims to propose and analyze a waveguide, suffering an electromagnetic excitation in TE₀ mode using a 2D photonic crystal model doped with graphene. The electromagnetic properties of graphene were modeled using the Drude model for conductors, after comparing it with the Kubo model. In order to analyze the excitations in the photonic crystal guide, the methodology of ports with PML condition in the spare edges was applied. The analyzed results propose a model for waveguide in THz, effective in a great range of this radiation, thus opening new ports for devices in this frequency range, so little explored.

Estudo da superfície de partículas terrestres em busca de Micrometeoritos

P016

Pedro Ricardo da Silva Neto, Deidimar Alves Brissi, Gabriela Ferreira Mattis
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Birigui

Asteroides são corpos celestes rochosos, metálicos e de composição mista com formato irregular, provenientes da formação estelar e planetária, que possuem órbita ao redor de uma estrela. Estima-se que diariamente caia na Terra algo entre 70 e 100 toneladas destes objetos. Esses corpos ao entrarem na atmosfera terrestre possuem uma velocidade que varia de 11 a 72 km/s, recebendo o nome de meteoros, conhecidos popularmente como estrela cadente em decorrência do efeito luminoso que emitem ao cruzar a atmosfera. Durante a queda os gases e moléculas presentes atiram com a superfície do corpo celeste, aquecendo-a e fragmentando o corpo em pedaços menores, inclusive poeira. Caso algum fragmento chegue ao solo o material passa a ser chamado de meteorito, o tamanho final varia de acordo com o seu tamanho inicial e sua velocidade de entrada na atmosfera. Meteoritos com dimensões na ordem do micrometro recebem a nomenclatura de micrometeoritos, mantendo suas características originais de composição e possuindo também uma crosta de fusão escura em decorrência do processo de pulverização sofrido anteriormente, chegam ao solo com um formato irregular, esférico ou de gota. Por serem fragmentos de diversos corpos diferentes do Sistema Solar carregam consigo informações sobre sua origem e trajetória, assim quando estudados podem ajudar a compreender como ocorre o processo de formação estelar, planetária e composição química do meio interestelar, fazendo destes, objetos de estudos não só de astrônomos, mas de astrofísicos, biólogos, astroquímicos e geólogos também. Este trabalho teve como o objetivo buscar formas de diferenciar partículas naturais do solo (minérios ferromagnéticos, geralmente), da poeira celeste que chega ao solo diariamente. Utilizando-se de um ímã de neodímio, que foi coberto com uma folha de papel, evitando assim que ocorresse contato da amostra com o ímã e passando este a uma distância de aproximadamente 10 cm do chão, foram coletadas amostras de materiais ferromagnéticos. Estes materiais foram analisados em um primeiro momento em um microscópio óptico de transmissão onde foram separadas em objetos esféricos e objetos irregulares. Amostras de limalha de ferro (material residual do corte de uma chapa metálica com o uso de uma lixadeira), foram observadas no microscópio óptico de transmissão e partículas esféricas também foram encontradas. Com o microscópio Zeiss Axiolab A1 MAT, que contém uma câmera acoplada, foi possível gerar imagens das amostras em detalhes e fotografar a superfície, por se tratar de corpos esféricos, diversas capturas foram feitas e posteriormente empilhadas por meio de um software de tratamento de imagens, garantindo a visualização do objeto de forma completa. As fotos da superfície da limalha de ferro, apresentaram uma superfície prateada, brilhante, com marcas iguais no relevo, sendo assim uma superfície homogênea. Analisando a amostra de matéria coletada com o ímã foi detectado esferas com superfície semelhante à da limalha de ferro, brilhantes e homogêneas, contrapondo trabalhos da bibliografia que corroboram com a tese de que todas as esferas coletadas com esta metodologia são partículas de corpos celestes. Entretanto dentro desta amostra partículas esféricas com características de micrometeoritos foram detectadas, diferente das partículas de limalha de ferro, es-

tes apresentavam uma superfície escura, marcas de uma provável queima, resultando em uma crosta de fusão, mais próximo da superfície foi possível notar processos de cristalização, com formas geométricas e linhas paralelas, comuns na formação do minério bruto. Foi possível concluir então que diferente da bibliografia existente não é tão simples encontrar um micrometeorito, ainda que a análise da superfície das partículas apresente resultados promissores ainda não é possível afirmar de forma conclusiva que estas partículas são realmente corpos celestes, sendo necessário uma análise final para determinar a composição química dos micrometeoritos em potencial. Procurando aproximar o meio acadêmico da comunidade externa, um site com as principais resultados, informações sobre os meteoritos, método de coleta, identificação e uma galeria de foto com as imagens obtidas ao longo da pesquisa, foi disponibilizado em <http://deidimar.com.br/micrometeoritos/index.html>.

PO17

Influency of BN concentration in electronic properties of grafene/BN monolayers

Gusthavo Miranda Simões Brizolla, Jonathan da Rocha Martins

UFPI- Universidade Federal do Piauí

Boron-carbon-nitrogen (BCN) layers have attracted interest in the literature due to their interesting electronic properties. These materials, synthesized in the first time in the 90s (Stephan, O. et. al. Science 1994, 266, 1683), have electronic properties that are intermediate between those of pure carbon and BN (Arenal, R. et. al. Adv. Phys. 2010, 59, 101). Duo the BN and CC bonds are more favorable, the most likely BCN structures are those with BN graphene segregated, as showed in Literature (Martins, J R et. al. ACS Nano 2011, 5, 1, 385). In this work in progress, we investigate the results of first-principle calculations for BCN layers with graphene and BN in different phases. We consider the positional disorder of the B, C, and N atoms, using a combination of first principles and simulated annealing calculations to obtain the initial structures. During the annealing process, we find that the atoms segregate into isolated, irregularly shaped graphene islands in BN. We have been studied the h-BN domain size effect on the electronic properties of BCN monolayers. Then, we have studied 25 graphene structures with BN concentrations from 0 to 100 %. All structures have been optimized with Monte Carlo with Simulated Annealing and Density Functional Theory (DFT). The first results showed a dependence of the electronic properties with BN concentration. A description of the behavior of the electronic structure and structural properties of the optimized BCN structures with BN concentration may be important for applications in nanodevices since important properties such as gap and working function are sensitive to the variation of dopant concentration.

INVESTIGANDO O MEIO INTERESTELAR NA REGIÃO DAS CONSTELAÇÕES DE MUSCA E DO CRUZEIRO DO SUL

PO16

Bárbara Esteves Boffi, Deidimar Alves Brissi, Pedro Ricardo da Silva Neto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Birigui

O processo da formação estelar determina as características dos sistemas estelares e modifica o meio interestelar ao seu entorno. A vida de uma estrela inicia-se em gigantescas nuvens moleculares de gás e poeira denominadas nebulosas. Dentro dessas nuvens devido à auto gravitação ocorre a criação de glóbulos, que permanecerão estáveis até que uma perturbação próxima ocorra, como, por exemplo, uma onda de choque proveniente de uma supernova, impondo que a força gravitacional colapse o glóbulo e um equilíbrio hidrostático seja atingido, em que as forças que atuam em qualquer ponto no interior estelar são compensadas externamente. Os gases passam a cair sobre o corpo que é denominado de protoestrela neste estágio. Esta queda irá durar milhares de anos até que no centro a temperatura seja alta suficiente para iniciar o processo de fusão do hidrogênio em seu interior. Após o início da queima do hidrogênio todo o material que caía sobre a protoestrela é empurrado para fora pelo chamado vento estelar. A massa inicial da estrela irá determinar como será seu fim. Estrelas de baixa massa expandem seu raio e a parte exterior é “solta” formando uma nebulosa planetária com uma anã branca no centro. Estrelas maiores irão colapsar e explodir em um evento denominado supernova, fazendo com que os elementos contidos na estrela sejam espalhados pelo meio interestelar. Todos esses fenômenos modificam o meio interestelar, alterando a quantidade de elementos e a composição química do mesmo. Diariamente diversos observatórios astrofísicos fazem a coleta de dados e informações acerca dos corpos e fenômenos celestes, que são armazenados em diversos catálogos de livre acesso, por meio de plataformas de pesquisa na internet, como o Skyview e o VizieR. A região do hemisfério sul celeste é menos estudada por possuir menos centros de pesquisa, telescópios e cientistas, embora seja a melhor região para o estudo da via láctea e das constelações ao seu entorno. O objetivo deste trabalho foi investigar o meio interestelar no hemisfério sul celeste, na região da constelação de Musca e do Cruzeiro do Sul. Para isto foi selecionada uma região entre as constelações de Musca e do Cruzeiro do sul, utilizando como coordenada central $12^{\text{h}}00:00:00$ e $-67^{\circ}00:00:00$, com $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ de extensão. Para obtenção dos dados foi utilizado o catálogo I/280B/ASCC disponível na plataforma VizieR. Foram extraídos os seguintes dados para cada objeto contido no catálogo: RAJ2000, DEJ2000, Bmag, Vmag, Jmag, Hmag e Kmag. Utilizando essas informações foi possível calcular excesso de cor entre as magnitudes, os índices de cor observados e intrínseco, a distância até o corpo e a coluna de hidrogênio. Na sequência, foram construídos os gráficos de magnitudes por índices de cor (J x J-H), (H x H-K), índice de cor por índice de cor (J-H x H-K) e da distância pela coluna de hidrogênio. Os gráficos das magnitudes por índices de cor apontam mostram que a região é composta por uma pequena população de estrelas. Calculada a coluna de hidrogênio NH foi possível compreender melhor a densidade do meio interestelar na região, que aparenta ser antiga e de baixa formação estelar. O estudo dos objetos celestes e do meio interestelar por meio de catálogos é viável e prática. A metodologia utilizada

mostrou-se eficiente, embora ela será aperfeiçoada na continuação deste trabalho. Com os diagramas construídos, foram extraídos objetos avermelhados para serem estudados no Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA).

PO17

Potencias Quadráticos Quânticos Unidimensionais Via Supersimetria em Mecânica Quântica

Thiago Vasconcelos Teixeira, G. B. Freitas

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Treatment of quantum potentials has become an important area of research in quantum mechanics. In this type of approach, mathematical and physical aspects are complemented in obtaining and interpreting the results of the problems under analysis. One class of very exploited potentials are the potential squares, from the simple well to more elaborate cases like the asymmetric double well. In addition to being used to model specific problems, quadratic wells also play a prominent role in the introduction and discussion of quantum problems. In mathematical terms, the analysis of quantum systems can be performed by studying the Schrödinger equation, which is a second-order linear differential equation. The determination of the solutions of this equation allows a quantitative description of the problem treated. In particular, in the case of square potential wells the boundary conditions are fundamental in the composition of the solutions, including the quantization of the energy. The supersymmetric formalism consists of reducing the order of the differential equation and associating Hamiltonian iteratively, constituting a hierarchy of Hamiltonians, to find the solutions for each energy level. In this work, the intention is to analyze unidimensional potentials, thus, the Schrödinger equation is used independently of time and in one dimension ($-\frac{\hbar}{2m} \frac{\partial^2 \psi(x)}{\partial x^2} + U\psi(x) = E\psi(x)$) to apply the supersymmetry. Keywords: Quantum Mechanics. Schrödinger equation. Differential equations.

PO18

Conceitos de Mecânica Quântica Aplicados à Computação

Liliana Souza do Carmo, G. Freitas

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas

Quantum Computation was first observed in the 1980s by Feynman (Feynman, 1982) and is based on the concepts of Quantum Physics such as superposition, which is when a particle is in different contradictory conditions simultaneously and the interlacing described by the effect of the change in one particle provoke the same effect in another that is distant. However, it was only in 1994 that the theory was widely disseminated due to the first quantum algorithm that combined practice and efficiency: Shor's algorithm (Portugal, 2004). The result of Shor motivated so many practical researches, that is, the construction of a quantum computer, as well as theoretical ones - with the search for robust cryptographic algorithms. In this work, the concepts and principles of Quantum Mechanics applied to Computing are studied.

Uma proposta para o ensino de física para deficientes visuais P019

William Koiti Uemura Morello, W. Lopes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

De acordo com as orientações legais, os sistemas de ensinos devem oferecer as condições necessárias para que todos os estudantes com necessidades educacionais especiais tenham equidade no processo de ensino aprendizagem e seus direitos garantidos. Segundo o capítulo V, artigo 58 inciso 1 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB Nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996: entende-se por educação especial, para os efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos portadores de necessidades especiais. Ainda no capítulo V, artigo 59, Os sistemas de ensino assegurarão aos educandos com necessidades especiais: acesso igualitário aos benefícios dos programas sociais suplementares disponíveis para o respectivo nível do ensino regular. Metodologias diferenciadas, têm-se mostrado excelentes aliados dos professores no processo de ensino-aprendizagem. O presente projeto, teve como objetivo a confecção de maquetes tridimensionais para o ensino de física para deficientes visuais, possibilitando assim, que o aluno possa sentir através do tato alguns modelos e fenômenos físicos. Foram construídas de forma manufaturada, maquetes que trabalham a influência do ângulo no alcance do lançamento oblíquo, frequências de ondas sonoras, a onda eletromagnética, vetores e operações com vetores, modelo corpuscular da luz e o espectro da onda eletromagnética. Utilizando a impressora 3D do campus, foram produzidos modelos de formas alotrópicas do Carbono, uma maquete do sistema solar em escala, uma maquete do experimento da fenda dupla utilizado no estudo de interferência de ondas, e uma tabela periódica em braile. Todas as maquetes criadas foram expostas no dia C da ciência (2018) em Teresina e na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia de Oeiras (2018), onde foram convidados todos os alunos com deficiência visual que fazem parte do cadastro do município.

Ressonância magnética nuclear (RMN): História, conceitos físicos e aplicações P020

Claudio Oliveira Costa Junior, Carla Renata Garcia Xavier da Silva

Instituto Federal do Paraná - IFPR

Ressonância magnética nuclear (RMN): História e aplicações. Os físicos Felix Boch e Edward Purcell comprovaram, em 1946, que quando determinados núcleos atômicos são submetidos a ação de um campo magnético intensivo, esses núcleos podem absorver e emitir energia. Nesse fenômeno, a energia de radiofrequência é emitida pelo corpo e captada por um detector, isso é o que chamamos de Ressonância Magnética Nuclear (RMN). Apesar do descobrimento de ambos, a obtenção da primeira imagem por RMN só foi possível trinta anos depois, com o trabalho de diversos estudiosos de todo mundo, sobretudo o do físico Paul Lauterbur no ano de 1973. Esse intervalo de tempo demonstra o quanto essa técnica é complexa, além disso, o fato do fenômeno de RMN permitir a construção de imagens, pode ser utilizado na construção de diversas tecnologias para uso em diferentes áreas do conhecimento, como por exemplo, por

exemplo, supercondutores na física moderna e processamento de dados na ciência da computação. A especificidade da RMN está essencialmente na interação entre o átomo e um campo magnético externo, mais precisamente, partículas que possuem momento angular e magnético passam a exibir o movimento de precessão sobre a ação de um campo magnético. Muitos elementos possuem propriedades que possibilitam a imagem por RMN, porém o hidrogênio é escolhido por ser muito profuso no corpo humano, o próton dele tem maior momento magnético, assim tendo também maior sensibilidade a RMN e os estímulos recebidos pela máquina de RMN se distinguem muito entre os tecidos normais e patológicos. A RMN tem diversas aplicações na medicina, pois é muito usada como método de diagnóstico por imagem, por ser mais segura e precisa, possibilitando uma distinção de tecidos, muito maior que o raio x, porém ela não se restringe somente nessa área, existem diversos campos que utiliza da RMN como estudos de composição, estrutura de materiais orgânicos e inorgânicos, estudo das proteínas, ciências do petróleo, na química, biologia, geografia entre outros. A utilização da RMN possibilitou um grande avanço na indústria petroquímica, pois possibilitou a análise de solos rochosos com muita precisão, sem a necessidade de coleta de amostras fazendo que esse processo de análise de solos fique mais ágil. Na biologia uma contribuição de grande repercussão foi o desenvolvimento da ressonância magnética nuclear multinuclear e multidimensional para determinação da estrutura tridimensional de proteínas. Diante de tantas aplicações e da importância da técnica de RMN para o desenvolvimento de diversas áreas da ciência, pretende-se apresentar sua evolução histórica, baseada em um levantamento bibliográfico, os principais conceitos físicos nela envolvidos, bem como explicar algumas de suas aplicações tecnológicas, visando sua divulgação científica entre alunos de graduação de Ciências exatas e Engenharias, que podem utilizar a técnica em análises laboratoriais, em suas pesquisas de iniciação científica, ou ainda, futuramente, em uma pós-graduação.

P021

Telescópio Caseiro para o ensino de Astronomia

William Koiti Uemura Morello

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Oeiras

A Física, via de regra, é uma das disciplinas mais temidas pelos estudantes. Esse medo, geralmente é causado pelo contato tardio com as ciências da natureza e pelas metodologias de ensino que apresentam a física como um aglomerado de fórmulas matemáticas. Comumente, o resultado no fim do ensino médio é um grande déficit no aprendizado de física. A Astronomia é a mais antiga das ciências naturais, entretanto, é pouco explorada na grade curricular da física no ensino médio. O Projeto Telescópio Caseiro para o ensino de Astronomia tem como objetivo o ensino de física através de metodologias inovadoras e apresentar sugestões para a carência de recursos necessários para um ensino de qualidade. Primeiro aplicamos um questionário para avaliar o conhecimento prévio do aluno acerca da Astronomia. Depois, é realizada uma aula de introdução à Astronomia. A aula é expositiva e dinâmica, rica em recursos tecnológicos e os alunos são convidados a todo tempo a participarem da aula e expor seus conhecimentos. Os conteúdos foram planejados de modo que o aluno

consiga fazer uma conexão com seu conhecimento prévio e contextualizar, visando uma aprendizagem significativa. Realizamos uma aula sobre tecnologias usadas na pesquisa e no ensino de Astronomia, com foco nas cartas celestes e telescópios, seguido de uma oficina para a produção de telescópios refratores utilizando materiais de baixo custo. Por fim, realizamos uma noite de observação astronômica, fazendo uso dos telescópios construídos na oficina do projeto e do telescópio catadióptrico do IFPI-Oeiras. Os resultados são avaliados através de um questionário autoavaliativo e de um espaço aberto para comentários, críticas e sugestões. Os alunos geralmente apresentam apenas um conhecimento empírico acerca da Astronomia. Ao término do curso, os alunos apresentaram plena satisfação com relação ao aprendizado adquirido nos encontros. Eles conseguiram conectar os conhecimentos prévios com os científicos apresentados durante as aulas. A construção do telescópio de baixo custo, despertou o interesse de todos os alunos, principalmente pelo fato de poder realizar observações astronômicas em casa e apresentar alguns dos conhecimentos adquiridos para seus familiares. A noite de observação astronômica foi um momento e uma experiência única na vida desses alunos, visto que, em Oeiras nenhum deles tem acesso a telescópios para tais observações. O uso de metodologias diferenciadas para ensinar Astronomia provou-se efetivo e a democratização do conhecimento é essencial para o desenvolvimento de sociedade melhor.

Uso de práticas experimentais e mapas conceituais no ensino de física para o ensino médio

P022

William Koiti Uemura Morello, Lopes, W.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Oeiras

No Brasil, principalmente nas escolas públicas, o ensino de física carece de práticas experimentais devido à ausência de laboratórios de ciência, apresenta uma dependência do livro didático, faltam recursos tecnológicos e o currículo é descontextualizado. Estes são apenas alguns dos obstáculos para o efetivo processo de ensino-aprendizagem da Física nos mais diversos níveis e modalidades da educação. Isso causa um grande desinteresse e pouco entendimento acerca desta ciência. Para quase todos os estudantes, os assuntos discutidos nas aulas de física são completamente abstratos, e por parte dos docentes, a grande maioria não se preocupa em contextualizar o conteúdo ou em apresentar aplicações físicas cotidianas. Há uma carência de comunicação entre os professores de física, faltam relatos e trocas de experiências bem-sucedidas. Em geral, cada professor é uma ilha, com suas metodologias e suas práticas educacionais guardadas apenas para si. Todos os anos, formam-se poucos professores de física no Brasil, os alunos são desde cedo desencorajados a seguir a carreira docente. Para os docentes, ainda há poucos programas voltados para a pós-graduação do professor de física, principalmente na região Norte/Nordeste. A física, via de regra, é considerada pelos discentes a disciplina mais difícil da grade curricular do ensino médio. Parte desse problema, é pelo fato da disciplina estar fortemente ligada à matemática. Geralmente os alunos são apresentados a alguns conceitos e logo em seguida introduzem-se diversas fórmulas com várias constantes e tabelas, que quase sempre não tem significado algum para o aluno. O livro didático

traz exemplos de fenômenos físicos na vida real, alguns deles já conhecidos pelo estudante, mas pelo fato de nunca ter parado para observar com atenção o acontecimento, continua a achar que não passa de algo fantasioso ou fictício. O mesmo acontece quando traz-se exemplos da física aplicada a tecnologia, parece surreal para o aluno o fato da física estar presente nos aparelhos eletrônicos, nos transportes, na comunicação. Uma possível solução para um ensino contextualizado, quebrando um pouco dessa ideia de ficção por trás de fenômenos físicos, também é encontrada nas páginas dos livros didáticos. Sugestões de experimentos que quase em sua totalidade podem ser reproduzidos em sala de aula. As práticas experimentais, ainda que nos dias de hoje já venham estampadas nas páginas dos livros didáticos, raramente são reproduzidas pelos professores. Os alunos, raramente demonstram interesse pelas sugestões de experimentos e quase nunca reproduzem estes. O presente projeto, tem como foco principal o ensino de física de forma experimental, visando contextualizar as práticas experimentais realizadas em sala de aula, não só com a física conceitual ou com cálculos que expliquem o fenômeno observado, mas com aplicações daqueles mesmos conhecimentos na vida real. Trabalharemos a física na vida real de forma intensa, com intuito de despertar o interesse do aluno pela física, melhorando assim o processo de ensino-aprendizagem e visionando alcançar uma aprendizagem significativa. Além disso, a todo o tempo, o aluno será apresentado ao mercado de trabalho que existe no mundo da física, permitindo a este tomar conhecimento da atuação do físico nas mais diversas áreas. A apresentação das práticas experimentais, são acompanhadas pelo uso mapas conceituais, baseado na teoria de Novak. O uso de mapas conceituais mostrou-se efetivo para ajudar um grupo de pessoas a seguir uma mesma linha de ideia, ou plano de ação. Eles são utilizados para explicar o experimento, explorando ao máximo conceitos físicos e criando conexões com as mais diversas áreas da física.

PROPOSAL OF POTENTIALLY SIGNIFICANT TEACHING ABOUT WAVES USING LISSAJOUS FIGURES

PO23

Deborah da Silva Rezende, Ana Freitas, Juliana Pereira, Tunísia Loureda

Instituto Federal do Paraná

The teaching of Physics faces several challenges, one of them being the demotivation of students because they consider the discipline difficult to understand. One of the aspects that contribute to this view of science is a classroom methodology focused on content theory, not implementing practical or laboratory activities, or even computational simulations that contribute positively to the understanding of physical concepts. The use of experimental activities is, however, hampered by the lack of laboratories in schools or the high cost of the devices. Alternatively, the teacher can use demonstrative activities that do not require laboratories, constructing simple and low-cost devices that dialogue with the theories and contribute to the motivation of the students causing a predisposition to learning. Several researchers in the field of Physics Teaching say that it is through experiments that the sciences

enchant and sharpen people's interest. Practical activities provide students with the verification of physical phenomena, arousing curiosity and participation in the discussion of content. In addition, they contribute to the construction of knowledge through the doubts generated and the conclusions drawn by the students, giving students the scientific and social training. This work proposes a demonstrative activity focused on the Lissajous Figures for the teaching of wave overlays. As a theoretical reference will be used the concept of Significant Learning of the American psychologist David Paul Ausubel and the Potentially Significant Teaching Units (PMTU) of the Brazilian physicist Marco Antônio Moreira. David Ausubel presents an experience of two types of Learning: Significant Learning and Mechanical Learning. Ausubel (1963, p.58) explains that "Significant Learning is the human mechanism, par excellence, to acquire and store a source of ideas and information represented in any field of knowledge." Learning Mechanics, Ausubel defines learning based on memorization and reproduction, not generating meaning for the student and, consequently, short-term learning. The physicist Moreira (2011,p.43) defines the PMTU as "Teaching sequences based theoretically, aimed at meaningful learning, not mechanical, that can stimulate applied research in Teaching, that directed directly to the classroom." With the purpose of providing teachers with teaching alternatives of specific topics and also allow to relate the proposed content to the student's daily life, so that the student can see that it is not an isolated topic articulating other knowledge. This paper presents a proposal of an activity approaching the physical concepts of waves, using a low cost experimental apparatus, an ink pendulum, built by the authors with the objective of assisting the understanding and visualization of wave phenomena. In order to correlate the theoretical contents with the real phenomena and provide a better understanding of the contents of Physics, the experiment with an ink pendulum reproduces the Lissajous Figures.

References:

AUBUBEL, D.P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning. New York, Grune and Stratton.

MOREIRA, M.A. Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU. Significant Learning in Magazine. v.1., n.2, p.43-63, 2011.

Uma experiência exitosa para a Formação Docente: a mostra de Educação, Ciência, Tecnologia e Inovação do Acre - Viver Ciência

PO24

Edivane de Lima Bezerra , Jirlany Bezerra, Raimundo Bezerra
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre - IFAC

No processo educativo, sempre existem meios que permitem mudanças e inovações na forma de ensinar. Cada educador possui uma característica própria de sua metodologia, uma postura particular de ensinar e instigar o aluno pela busca ao conhecimento. Como futuros professores procuramos encontrar uma metodologia ou didática ao podemos nos identificar, e neste caso muitas vezes nos espelhamos em nossos professores. Nesse processo de busca por uma identidade profissional, adquirimos experiências que nos proporcionam uma postura docente. Nesta vivência,

as possibilidades de experiência mediante à participação em eventos de caráter científicos, se faz importante pois permite a troca de saberes experienciais que enriquecem nosso currículo como educadores. Assim, nossa intenção nesta investigação tem como foco relatar as experiências vivenciadas durante a participação no evento intitulado: Mostra de Educação, Ciência, Tecnologia e Inovação do Acre - Viver Ciências, nas edições de 2016, 2017 e 2018, realizado pela Secretaria de Estado de Educação e Esporte - SEE/AC, como apoio da Universidade Federal do Acre - UFAC e do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre - IFAC, além de demais parceiros. Nas três edições o evento foi realizado na Universidade Federal do Acre em Rio Branco, por ter um amplo espaço para acolhimento dos estudantes e pesquisadores. A mostra Viver Ciência abre oportunidades para troca de conhecimentos, estímulos à criatividade, valorização da experimentação, de ações investigativas, de atividades inovadoras, de trabalhos interdisciplinares e da promove a iniciação científica. Neste sentido ao ingressarmos no Curso Superior de Licenciatura em Física do IFAC/Campus Sena Madureira, a partir de 2016, tivemos motivação e incentivo por alguns professores a participar da Mostra Viver Ciência que aconteceria naquele ano. Assim começamos a iniciar diversas pesquisas para que pudéssemos escolher uma temática para apresentação no evento. Buscamos uma fundamentação teórica que nos servisse de base para uma primeira apresentação, e assim escolhemos o seguinte tema: como gerar um arco elétrico/voltaico, plasma, raios? Na ocasião escolhemos apresentar na modalidade de oficina, visando ampliar a troca de saberes, além do trabalho coletivo e interação com o público. Nosso objetivo com esta apresentação era desenvolver/estimular a capacidade de observação dos alunos para com os fenômenos do cotidiano através de um experimento simples. Dessa forma, os alunos passariam a compreender como acontece os fenômenos relacionados a geração dos raios em uma tempestade, e passariam a identificar outros fenômenos físicos relacionados à eletricidade. Para esta atividade foi adotada uma metodologia em que apresentamos em um primeiro momento a teoria e em um segundo momento a parte experimental, que consistia em uma montagem e demonstração do experimento para uma melhor compreensão da temática. Em 2017, aconteceu nossa segunda participação no evento, desta realizamos duas apresentações: 1) projetor caseiro: uma forma de estudar fenômenos relacionados a óptica; e 2) água que vira gás; ambos na modalidade de oficina. Na primeira oficina apresentamos o conteúdo de forma teórica e em seguida realizamos a construção do experimento, com a participação do público, onde os alunos puderam observar, analisar, identificar, reconhecer e conceituar quais eram os fenômenos que ocorriam. A montagem do experimento foi realizada com materiais de baixo custo. Na segunda oficina apresentamos o tema: água que vira gás. Esta apresentação tinha o objetivo de mostrar o funcionamento e a utilidade do processo de eletrólise da água. Adotamos uma metodologia diferenciada, onde propomos que o público fizesse a montagem do experimento sob nossa orientação. Os alunos puderam manusear e observar os fenômenos que ocorriam, de modo que as dúvidas e curiosidades foram esclarecidas durante a apresentação. Percebemos a partir desta apresentação uma forma de despertar a curiosidade dos participantes. Na última edição da Mostra Viver Ciência, ocorrida em 2018, propomos realizar novamente duas oficinas: 1) motor elétrico caseiro; e 2) motor de Faraday; ambas envolvendo fenômenos relacionados a eletricidade. Nestas apresentações

tivemos como foco esclarecer e explorar a utilidade dos aparelhos elétricos para a sociedade, bem como a importância para a tecnologia. Apresentamos as oficinas de modo que o conhecimento teórico fosse apresentado e em seguida um momento onde a prática a partir da construção do experimento e observação fosse realizada. Em todo momento da apresentação realizávamos uma discussão que enfatizava as relações e importância dos equipamentos em nosso cotidiano. Percebemos assim a importância desse modelo de iniciação científica para o desenvolvimento acadêmico, uma vez que a partir de um movimento que se inicia na experimentação e na busca de apresentar outras formas para o ensino de Física buscando invocações para a abordagem de determinados tipos de conteúdos, percebemos grandes avanços em nossa formação enquanto acadêmicos. Em nossas experiências ficaram marcantes os momentos de aprendizagem, desta forma, achamos que é fundamental traçar os objetivos para os quais pretendemos alcançar enquanto docentes. Buscamos melhorar ainda mais com as experiências adquiridas durante todos esses anos nesses eventos. Nossa intenção é traçar metas e buscarmos de forma coletiva um aperfeiçoamento didático e metodológico para um ensino de qualidade ao exercer a docência no futuro.

INCLUSIVE DIDACTIC TEACHING PROPOSAL ON CENTRIPETAL FORCE

PO25

Ana Carolina Freitas, Deborah Rezende, Juliana Pereira, Anderson Gonçalves
Instituto Federal do Paraná

Academic researchers in education point out that the teaching of Physics in High School faces many challenges, these being factors that affect aspects related to the teaching-learning process, a situation that, observed in the light of the inclusive education of the Deaf, becomes even more aggravating. One of the factors that can be indicated is the disinterest on the part of the students about this discipline, due to the premise they carry about that Physics is a product already delivered, something defined, and immutable. However, science is fundamental for individuals in what concerns the conceptual development that promotes the understanding of the world. The teaching of physics and its most recent concepts in contemporary education are not in accordance with the real need of students, especially when it refers to the teaching of deaf students who have divergent and particular needs, to address certain subjects using only the didactic book as a pedagogical instrument and introducing ready-made formulas like $F_c = m\frac{v^2}{r}$ (centripetal force) and either $A_c = \frac{v^2}{r}$ or $4\pi^2\frac{R}{T}$ (centripetal acceleration) in addition to being anti-pedagogical and a problem that affects hearing students, for the deaf student who often presents difficulties with other languages than their native language (LIBRAS-Brazilian Sign Language), interferes and directly hinders access to this knowledge, making teaching obsolete. In opposition to these questions, it proposes an inclusive activity for the education of deaf and hearing students in the discipline of Physics, presenting to this work a didactic and methodological proposal for the teaching of the Centripetal Force, that is the force or the result that acts on objects in circular trajectories, being present from the curve of the car to the principles used by astronautics, which makes their

learning essential for all. Searching for differentiated methods and methodologies, facilitators of the understanding of the taught subjects and harmonization of theory and practice, this activity presents an experimental practice that is part of a didactic sequence, which occurs in an inclusive way for deaf and hearing students (mixed class). Like the above, the activity presents itself with a diagnostic evaluation, putting in it some common beliefs and alternative conceptions to help the student to think about how he sees this physical concept, thus trying during the course of the classes to deconstruct misconceptions about such phenomena that students build throughout their lives. After the evaluation is done, raise what are the greatest difficulties of the students and take this as a starting point. An experiment will be applied (with the help of the interpreter) the teacher will bring a ready structure (which the student can assemble at home with alternative materials) with a wooden base and ropes at the ends of the same and a glass with water will be placed in the center of that base and the teacher will initially rotate this structure with the and then ask what the students think will happen to the water by rotating the system and then ask students to do the experiment as well (it must be done on the sports court because it can spill water) when spinning "feel" The centripetal force pulling on your hand which in turn is acting on the rotational system. This experiment will be carried out by the teacher and the students, which in turn will help the students to see and feel the centripetal force, also showing examples of where to find it in their daily life as the centripetal force that is acting in the curve of cars and bikes, in the fan, fruit juicer, roller coaster, in the flight of rockets among others. Based on the problems related to physics teaching presented, although also established in laws that ensure the inclusion of the deaf to schooling, some schools in Brazil try to include these students prioritizing only by the presence of interpreters what is in fact essential, but we must to reflect that this isolated action has no effect on quality education, much less the inclusion of the deaf in school, their participation in it and in society, since it is necessary to have specialized public policies, adequate curricula, visual pedagogical practices, according to students' interest in the correlation between what is being taught in the classroom with real life, and as a consequence to establish connections between their learning and the experiences lived in the daily life, evaluating these questions above the proposal used in the activity, aimed at the participation of Deaf students in class, in the realization of practical activities, enabling the teacher to participate in the construction of their knowledge, drawing attention to the subject to be developed and also the participation of the family in the process of construction and cognitive development of students, which in turn is very important for the process it is concluded that this proposal of activity is inclusive and has the potential to promote an inclusive education and that it also provides a significant learning of Physics enabling it to interact, participate and transform the environment in which it is inserted.

Photoconductivity and parallel transport in p-type PbTe quantum well

PO26

Daniel da Cruz Alves¹, Eliane A. Morais¹, Marcelos L. Peres¹, Fernando S. Pena¹,
Paulo H. O. Rappl², Eduardo Abramof²

¹Universidade Federal de Itajubá

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

PbTe based compounds can be used in the development of lasers that operate in the mid-infrared spectral range and also in thermoelectric generators [1,2]. Also, it has attracted some attention to investigate basic physics, since PbTe based systems have exhibited strong spin-orbit coupling (SO)[3] and anomalous quantum Hall effect [4] revealing the potential of this material for development of spintronic devices. Recently, it was demonstrated that n-type PbTe quantum wells (QW) present high photoresponse to infrared radiation and high parallel transport through the QW barriers. Also, it was observed that defects present in the band structure play an important role in the PbTe QW photoconductivity amplitude and can drastically alter the photoconductivity properties [5]. In this work, we present the photoconductivity and electrical transport measurements performed in a p-type $PbTe/Pb_{0.9}Eu_{0.1}Te$ QW for the temperature range of 1.9 - 250K under blue led illumination with wavelength of 460 nm and intensity of $276W/m^2$. For low temperatures, we observed a persistent photoconductivity effect originated from defect states located in the band structure. In addition, the amplitude of photoresponse is strongly temperature dependent. For high temperatures the photoresponse presents small amplitude which increases as temperature decreases. Hall measurements under dark and light conditions are carried out and the random potential model is used to provide a full description of the physics responsible for the anomalous photoconductivity profiles observed in this work. The authors would like to thank FAPEMIG and CAPES for financial support.

Electrical Properties in PbTe:BaF2 quantum wells

PO27

Eliane A. Morais¹, Daniel da Cruz Alves¹, Marcelos L. Peres¹, Demétrio A.W.
Soares¹, Paulo H. O. Rappl², Eduardo Abramof²

¹Universidade Federal de Itajubá

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

PbTe based quantum wells (QW's) have been widely used to fabricate infrared (IR) lasers and IR detectors [1]. Recently, PbTe heterostructures have attracted some attention due to its potential to the development of spintronic devices [2]. This is mainly due to the strong spin-orbit (SO) coupling present in PbTe based structures [3]. Also, recent work revealed strong linear magnetoresistance in BaF2 doped PbTe films [4] revealing the potential application for development of magnetic field sensors. In this work, we investigated electrical transport properties and photoconductivity effect in a 10nm thick p-type PbTe:BaF2 quantum well (QW) grown by molecular beam epitaxy on cleaved BaF2 substrate. Measurements were performed in the temperature range from 1.9K to 175K using blue led illumination. The

magnetoresistance curves show oscillations that give us indications of confinement of the carriers in the well. In magnetoresistance measurements under illumination, we note that for values below $B = 4\text{T}$ there is no significant variation at any measured temperature, but above $B = 4\text{T}$ there is variation at lower temperatures in the range of 1.9K to 10K . In the non-illumination measurements, a similar behavior was observed for both the magnetic field below $B = 4\text{T}$ and above this value. In the photoconduction curves we observed the presence of persistent photoconductivity effect, i.e., the conductivity of the sample does not return to the same value as it was before the illumination. This is related to the presence of defect levels where the carriers are trapped, which alters the generation/recombination rates. The defect levels can act as traps for the charge carriers depending on the system temperature. In this way, the recombination times of these carriers are significantly altered, depending on the temperature variation. We expect this research shed some light about the photoconductivity effect in doped PbTe QW 's. The authors would like to thanks FAPEMIG and CAPES for financial support.

Estudo do escoamento em um espaço anular entre cilindros concêntricos

PO28

Taísa Utida Barbosa, Rafael Rodrigues Francisco, Mariana Zanotto, Marcus Vinícius Canhoto, Oséias Pessoa

Universidade do Estado de Santa Catarina

A geometria de um espaço anular entre cilindros concêntricos é recorrente em áreas da física como mecânica de fluidos, eletrodinâmica e termodinâmica. Aqui, analisamos o escoamento axial de um fluido newtoniano num tubo anular vertical, considerando a gravidade e a viscosidade, através da solução das equações de Navier-Stokes, onde o problema é simplificado a uma equação de Bessel modificada de coeficientes complexos. A solução analítica da equação considerando as pressões nas extremidades do anular variando com o tempo foram obtidas para a função cosseno e depois generalizadas através da expansão em série de Fourier. Confirmamos os resultados através de simulações numéricas. Este problema apresenta aplicação direta na engenharia por exemplo, na modelagem do escoamento de fluidos de perfuração em poços de petróleo, onde variações imprevisíveis da pressão no reservatório (denominadas “kicks”) podem acontecer e devem ser controladas para que a exploração seja realizada de maneira segura.

Hydrogenated Titania Nanoparticles Deposited by Suspension Thermal Plasma Spray

PO29

Armstrong Godoy Junior¹, F. Miranda¹, M. Gomes³, G. Petraconi¹, D. Leite¹, R. Pessoa¹, A. Sobrinho¹

¹ Instituto Tecnológico de Aeronáutica

² Universidade Federal da Grande Dourados

³ Instituto Federal de São Paulo

Hydrogenated titanium dioxide (H-TiO₂) photocatalysis has been considered a promising way to solve the water pollution issue. Many researches are concentrate the attentions on the synthesis of H-TiO₂ nanoparticles with excellent photocatalytic activity. However, when these nanoparticles are applied on photocatalysis, their recovery and reuse are not a trivial task. Moreover, the impacts of the presence of these nanoparticles dissolved in the aquatic environment are still uncertain. One proposed solution is to use a deposition process to attach hydrogenated TiO₂ nanoparticles onto a substrate. In this context, the plasma spray deposition technique is known to allow the production of a large amount of nanostructured material in a short process time, also allowing deposition onto a variety of substrates. Herein, we propose a suspension thermal plasma spray as a method to deposit H-TiO₂ nanoparticles onto glass and titanium substrates. The samples were analyzed by profilometer, scan electron microscopy (SEM) and Raman spectroscopy. The profilometer results show that the deposition process for only 3 min can provide a 25 μm thick TiO₂ layer. SEM images evidenced the presence of large amounts of conglomerate of nanoparticles spread homogeneously along the sample surface, indicating that the films probably have a high surface area. Raman results confirmed the increase of rutile phase after the plasma spray deposition compared with the TiO₂ P25 nanoparticles precursor, which was expected once the plasma plume reach high temperatures. Finally, the photocatalysis efficiency of deposited TiO₂ layers will be studied under UV and visible light.

Optical and Electronic characteristics of Hydrogenated TiO₂ Thin Films Obtained by Radiofrequency Capacitive H₂ Plasma

PO30

Armstrong Godoy Junior¹, André L. J. Pereira², Marcilene C. Gomes³, Douglas M. G. Leite¹, Rodrigo Pessoa¹, Marcos Massi⁴, Argemiro S. da Silva Sobrinho¹

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica

² Universidade Federal da Grande Dourados

³ Instituto Federal de São Paulo

⁴ Universidade Presbiteriana Mackenzie

Energy production in a sustainable and efficient way is one of the main urgent problems of humanity. For this reason, many research groups have been dedicated in the study of materials to be applied in solar cells looking for a high efficient photon-current conversion. Because of its optimal combination of optical and electronic

properties, oxide semiconductors, specifically titanium dioxide (TiO₂), are eminently attractive candidates for solar photovoltaic devices. However, due to the wide band gap of TiO₂ (typically 3.0-3.4 eV), this material is effective only under UV light. In this context, it has been recently reported that hydrogen incorporation into anatase TiO₂ can lead to a significant band gap reduction (1.20 eV), and efficient photocatalytic activity under visible light. Further, after the hydrogenation, it was observed that white TiO₂ becomes black, while at the same time the surface region becomes amorphous. This change occurs because the hydrogen incorporation induces oxygen vacancies and Ti³⁺ self-doping, which endues TiO₂ with a black color and extended the photo response to visible light and/or near infrared region. The objectives of this study are to synthesize hydrogenated TiO₂ thin films by plasma processes, characterize its properties aiming application as work electrode in dye-sensitized solar cells (DSSC). The anatase TiO₂ thin films were deposited by DC magnetron sputtering and subsequently hydrogenated by RF hydrogen plasma. The thin films were characterized by atomic force microscopy (AFM) and spectrophotometry. Preliminary results have shown that with only 15 minutes of treatment on hydrogen RF plasma the films turns black, which are a consequence of the absorbance on the visible range light. This result was confirmed by spectrophotometry analysis which also showed that was not a band gap decrease on the hydrogenated TiO₂ thin films. Besides, AFM results showed that after hydrogen plasma treatment the hydrogenated TiO₂ films surface area increase from 1.03 m² to 1.28 m². It is expected that the use of plasma hydrogenated TiO₂ films as electrodes on DSSC will provide better efficiency of photon-current conversion compared with non-hydrogenated films.

GaN films grown by reactive magnetron sputtering for application in SAW devices

PO31

Hebert de Amorim Folli¹, Regiane S. Oliveira¹, Cristiane Stegemann¹; Walter Miyakawa²; Marcos Massi³; Argemiro S. da S. Sobrinho¹; Douglas M. G. Leite¹

¹ Instituto Tecnológico de Aeronáutica

² Instituto de Estudos Avançados

³ Universidade Presbiteriana Mackenzie

Electronic devices based in Gallium Nitride (GaN) has been used in various technological applications such blue and white light emitting diodes (LEDs), high-electron-mobility transistor (HEMT), among others. In this work we focus on the growth of thin GaN films for application in surface acoustic waves (SAW) based devices aiming aerospace applications such structural integrity monitoring sensors for aerospace vehicles. Among the obstacles in growing GaN films, stands out the exorbitant cost of equipment and the incompatibility of thermal expansion between the film and substrate. In this perspective, GaN films were grown by low temperature reactive magnetron sputtering onto c-Si (100) and amorphous glass substrates using a high purity Ga target and Ar/N₂ plasma atmosphere. The method used consists on the ion bombardment in a Ga target in order to eject the surface atoms and optimize the deposition rate by applying a magnetic field with a component parallel to

the substrate surface. The deposition partial pressure and the RF power applied to the Ga target were varied from 25 to 75 % of nitrogen and 30 to 90 W respectively. The films structure and morphology were then analyzed by Raman spectroscopy, field emission scanning electron (FEG-SEM) and atomic force microscopies (AFM). The Raman results of films deposited on glass substrates display preponderance of two peaks associate with bands characteristic of phonon modes of GaN, those peaks disperse with increase of partial pressure. The FEG-SEM and AFM results show that for 90 W and 3.0 mTorr the surface morphology of the sample grown onto c-Si differs from the other samples, showing higher grain sizes; the sample deposited in RF power of 60 and 75 W revealed better uniformity and less roughness. Acknowledgements: Fapesp (2015/06241-5, 2011/05772-0), CAPES (Bolsa MS Demanda Social PG-FIS/ITA, 88881.122156/2016-01, 8887.157419/2017-00), CNPq (143273/2018-3), FINEP.

Ensemble Beta-Laguerre

PO32

Cleverson Andrade Goulart
Universidade de São Paulo

Há aproximadamente uma década, evidências mostraram que sistemas físicos com hamiltonianas complexas não hermitianas podem ter um espectro real. Foi então identificado que as hamiltonianas de sistemas físicos com essa característica eram invariantes sob as transformações combinadas de paridade(P) e inversão temporal(T). Essa compreensão levou a uma necessidade de estender a Mecânica Quântica para incluir sistemas cujas as hamiltonianas são não hermitianas mas invariantes em relação à transformação PT. De um ponto de vista mais geral, a propriedade determinante dessa classe de operadores é que eles compartilham o mesmo espectro com seus adjuntos, ou seja, operador e adjunto estão ligados por uma transformação de similaridade. Operadores com esta propriedade são denominados pseudo-hermitianos. Se seguiram tentativas de achar no contexto de matrizes aleatórias ensembles de matrizes com essa propriedade. Com esse objetivo, a formulação da teoria da matriz aleatória baseada em matrizes esparsas com três diagonais, o assim chamado ensembles beta constitui um ponto de partida para a construção de ensembles pseudo-hermitianos. Isso foi demonstrado usando a forma tridiagonal do ensemble gaussiano no qual os polinômios de Hermite tem um papel fundamental no formalismo. Esse trabalho deu origem a uma tese de mestrado e uma série de publicações. O objetivo deste projeto é estender a mesma investigação ao caso das chamadas matrizes aleatórias de cujo formalismo é construído com os polinômios de Laguerre. A relevância de estudar esse ensemble é que os autovalores são positivos possuindo portanto um estado fundamental o que os torna mais próximo de um sistema físico.

P33 **Hydrostatic equilibrium configurations of neutron stars in a non-minimal geometry-matter coupling theory of gravity**

Bruno da Silva Gonçalves³, G. A. Carvalho¹; P. H. R. S. Moraes²; S. I. dos Santos Jr³; B. S. Gonçalves³; M. Malheiro³

¹Sapienza Università di Roma

²UNINA - Università degli Studi di Napoli Federico II

³ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica

In this work we analyze hydrostatic equilibrium configurations of neutron stars in a non-minimal geometry-matter coupling (GMC) theory of gravity. We begin with the derivation of the hydrostatic equilibrium equations for the $f(R; L)$ gravity theory, where R and L are the Ricci scalar and Lagrangian of matter, respectively. We assume $f(R; L) = R/2 + [1 + \sigma R]L$, with σ constant. To describe matter inside neutron stars we assume the polytropic equation of state $p = K\rho^\gamma$, with K and $\gamma = 5/3$ being constants. We show that in this theory it is possible to reach the mass of massive pulsars such as PSRJ 2215 + 5135. As a feature of the GMC theory, very compact neutron stars with radius ≈ 8 km and $M \approx 2.6M_\odot$ are stable, thus surpassing the Buchdal and Schwarzschild radius limits. Moreover, the referred stellar diameter is obtained within the range of observational data.

P034 **Crescimento de filmes de subóxidos de Ti sobre vidro por magnetron sputtering: efeito da temperatura do substrato na cristalinidade e molhabilidade**

Thais Macedo Vieira¹, Julio C. Sagás¹; Luis C. Fontana¹; Rodrigo S. Pessoa²

¹Universidade do Estado de Santa Catarina

²Universidade Brasil

O dióxido de titânio é um semicondutor com alta estabilidade química. Sua estrutura eletrônica lhe confere uma largura da banda proibida em torno de 3,2 eV, o que permite a passagem da radiação visível pelo material, porém com a absorção de radiação ultravioleta. A geração de pares-elétron lacuna devido a absorção de fótons permite que o subóxido funcione como um fotocatalisador para decomposição de matéria orgânica. Além disto, o dióxido de titânio adquire um caráter hidrofílico quando submetido à radiação ultravioleta. Tais propriedades, aliadas a sua alta transparência na faixa do visível, o torna um revestimento interessante para vidros, com o intuito de construir janelas auto-limpantes. Dentre diferentes técnicas, filmes finos de TiOx podem ser obtidos através da deposição reativa por magnetron sputtering. As propriedades dos revestimentos depositados por magnetron sputtering são influenciadas pelo fluxo de energia para o substrato, em particular, pela temperatura do substrato durante a deposição, uma vez que esta influencia diretamente não apenas na mobilidade superficial dos átomos, mas também nos processos de adsorção e dessorção do gás reativo. Por conta disto, a temperatura passa a ser um ponto determinante para a estrutura do filme. O objetivo deste trabalho consiste em analisar a influência da temperatura na formação da estrutura cristalina de filmes de

subóxidos de titânio e na molhabilidade dos mesmos. Para tal fim, depositou-se filmes de TiO_x sobre substratos de vidro em diferentes temperaturas. Os filmes foram caracterizados por difração de raios-X (XRD), ângulo de contato, espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios-X (XPS) e microscopia de força atômica (AFM). Os filmes foram depositados em um sistema Triodo Magnetron Sputtering (TMS). Os substratos utilizados eram lâminas de vidro com dimensões de 18,0 x 18,0 mm e espessura de 0,13 a 0,16 mm. As deposições foram realizadas em pressão de 3,0 mTorr (0,4 Pa) durante 30 minutos. A distância tela-alvo foi fixada em 2,0 cm, com a distância alvo-substrato em aproximadamente 6,0 cm. O plasma foi gerado por uma fonte de corrente contínua operando no modo de potência constante (470 W). As amostras foram polarizadas a -200 V por uma fonte pulsada assimétrica bipolar, a uma frequência de 5 kHz com tempo reverso de 4,0 s. As medidas de XPS da região Ti 2p_{3/2} evidenciam a presença de subóxidos na superfície, devido a presença dos estados de oxidação Ti²⁺ e Ti³⁺. O estado Ti³⁺, em particular, é correspondente ao Ti₂O₃. Para a amostra depositada a 400C, observa-se uma diminuição da proporção da Ti³⁺/Ti⁴⁺, indicando um maior estado de oxidação da superfície. Através das análises do XRD se observa que existe o favorecimento da formação de Ti₂O₃ conforme a temperatura aumenta, assim como também é observado o surgimento de fases de Magnéli. A partir de 200C nota-se que as fases Ti₉O₁₇ (1 01) e Ti₄O₇ (022) possuem um significativo aumento de intensidade, apresentando picos mais intensos que o Ti₂O₃.

Solid state properties of alpha- and gamma-glycine: A structural and electronic study

PO35

Neubi Francisco Xavier Junior , Victor Rosa, Antonio Da Silva Jr., Glauco Bauerfeldt

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Glycine is the simplest and most abundant amino acid detected in meteorite and cometary samples. However, it is not clearly understood how they can survive in the hostile environment of the Interstellar Medium (ISM). Different formation and decomposition routes have been proposed for this amino acid and surface reactions have been highlighted. In previous works, the gas-phase glycine decomposition paths have been studied and the preferred mechanism has been pointed out. Literature reports that solid structures can play a major role in glycine survivability in ISM², being α -, β - and γ -glycine the most important polymorphs. γ -Glycine is the most stable phase, followed by α - and β -glycine. For the interstellar ice mimetic, both γ - and α -glycine are important models since these polymorphs can be formed onto interstellar ices in the presence of H₂O. Periodic boundary conditions are usually employed to describe a 3D infinite system. Among all possibilities, glycine is a complex case, since hydrogen bonding and/or van der Waals interactions are important. In this study, density functional theory (DFT) calculations were performed to analyze the structural and electronic properties of α - and γ -glycine polymorphs aiming a future analysis of the glycine reactivity and possible decomposition paths on solid phase. In this study, two polymorphs (α and γ) of glycine

were considered. α -glycine (monoclinic space group P21/n) contains four molecules per unit cell and lattice parameters $a=5.0872$ Å, $b=11.7817$ Å, $c=5.4635$ Å, $\alpha=\beta=90$ and $\gamma=112.0530$. γ -glycine (hexagonal space group P31) contains two molecules per unit cell and lattice parameters $a=7.0383$ Å, $b=7.0383$ Å, $c=5.4813$ Å, $\alpha=\beta=90.0$ and $\gamma=120$. Calculations were performed using the density functional theory (DFT), as implemented in Quantum ESPRESSO 6.3 distribution. The electronic single-particle wave functions are expanded in a plane-wave basis set up to a cutoff energy of 50 Ry (α -glycine) and 60 Ry (γ -glycine), checked in detail. The Vanderbilt ultrasoft pseudopotentials were used to describe the core electrons, and the PBE generalized gradient approximation functional was used to describe the exchange-correlation potential for the valence electrons. In order to minimize the total energy of the system and make a comparison with the experimental lattice parameters, an optimization of all the lattice parameters of the crystal unit cell was made. Aiming to compensate the underbinding effect for the GGA and take the effect of the dispersive interactions, an empirical correction term that takes into account long-range dispersion interactions in DFT methods, as proposed by Grimme et al., was considered. After geometry optimization and comparison with the experimental data, the total electron density of states and the electronic band structure (along a path in the first Brillouin Zone) were calculated. The largest converged energy cutoff values, used in calculations, were 50 Ry, and 60 Ry for α - and γ -glycine respectively. A convergence study on the k-points mesh was made and resulted in a grid of $2 \times 1 \times 2$ for both α - and γ -glycine. The lattice parameters, after geometrical relaxation of the α -glycine polymorph, are $a=5.1135$ Å, $b=11.967$ Å, $c=5.4566$ Å, $\alpha=89.90$, $\beta=89.95$ and $\gamma=111.37$. The results deviate from the experimental lattice parameter by 0.026 Å (0.51%) for a , 0.18 Å (1.57%) for b and 6×10^{-3} Å (0.12 %) for c . Calculations for the γ -glycine polymorph show the lattice parameters values $a=7.01934$ Å, $b=7.01934$ Å, $c=5.47419$ Å, $\alpha=\beta=90$ and $\gamma=120$, with a maximum deviation of 0.27%. The unit-cell volume for the optimized α -glycine is 310.92 Å³, which deviates 2.45% from the experimental value (303.51 Å³). For the γ -glycine, the calculated unit-cell is 235.16 Å³, in excellent agreement experimental value. After the optimization, the electronic band structure was constructed and the fundamental band gap was obtained as 4.87 eV for α -glycine and 5.00 for γ -glycine, confirming those polymorphs as insulators. It has been observed a high energy region near the Fermi level and only one region in the conduction band. Most of the bands are located in the region between -8.33 eV and -2.74 eV indicating that most of the bonding occur at this region. A band structure calculation, following the first Brillouin Zone, aiming to obtain a representative description of the electron eigenenergies as a function of the wavevector k , has been performed. For the α -glycine polymorph, the band structure was calculated following the path through the high symmetry points $G(0,0,0) - Z(1/2,0,0) - D(1/2,0,1/2) - Y(0,0,1/2) - C(0,1/2,1/2) - E(1/2,1/2,1/2) - A(1/2,1/2,0) - X(0,1/2,0)$. The band calculation for the γ -glycine polymorph followed through the path $G(0,0,0) - M(1/2,0,0) - K(1/3,1/3,0) - G(0,0,0) - A(0,0,1/2) - L(1/2,0,1/2) - H(1/3,1/3,1/2) - A(0,0,1/2)$ confirming that most of the bonding occur between -8.5 eV and the Fermi level. This work reports the study of the structural and electronic properties of α - and γ -glycine crystals, calculated using the density functional theory. Predicted unit cell volume and lattice parameters

from structural relaxation are found in good agreement with experimental data. The analysis of the densities of states suggest bandgaps of 4.87 and 5.0 eV for α - and γ -glycine, respectively, characterizing these polymorphs as insulators. Based on the agreement with the experimental knowledge about these systems, the predicted structures are able to be used for a future investigation on the reactivity of glycine under ISM conditions.

Age of pulsars from the displacement parameter of the mass motions inside the core

PO36

Heitor Oliveira¹, Nadjia S. Magalhães²

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica

²Universidade Federal de São Paulo

Pulsars are neutron stars generally modeled as highly magnetized and high-rotation spheres with its magnetic axis misaligned to the spin axis, this misalignment would be responsible for the electromagnetic irradiation of its rotational energy. This energy loss is quantified by the measurement of a dimensionless parameter, the braking index n . For most pulsars such measurement is difficult due to the presence of short-term phenomena, glitches and timing noise, which obfuscate observations of long-term trends. Recently, an advanced method has been used to overcome this problem and measure braking rates for the Crab-like pulsars. In this context, new calculations for the age of pulsars are presented, being compatible with an evolution driven by long-term dynamical superfluid effects. We start from a model that assumes that the star's moment of inertia changes in time due to uniform variation of a displacement parameter, this variation is of the order of neutron vortices' creep in rotating superfluids, this evolution then is considered in the power law for calculation of the age. The results are corroborated with the previously reported for the system associated with the Vela supernova remnant through of temperature measurements, and with expected initial rotation values of the Crab pulsar (and in others young pulsars as Crab-like). Additionally, this work was extended to PSR B1951 + 32 which have indicated plausible estimates.

The temperature effects in white dwarfs

Sílvia Pereira Nunes¹, José D. V. Arbañil², Manuel Malheiro¹

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica

²Universidad Privada del Norte

The white dwarfs are stars widely known as being composed of an ion lattice embedded in a degenerated fermions gas. This degenerated configuration is only possible in the low temperature regime $T \leq 10^6 K$, what corresponds to these stars final stages. In the beginning, the white dwarfs can reach high temperatures in the range of $T = 10^4 K$ to $T = 10^8 K$ [1,2]. In these works, it was found that for a fixed mass, the star radius increases for higher temperatures ($T \geq 10^7 K$), due to the thermal effects. For $T > 10^8 K$, the equation of state will have a radiation contribution and the star will become more non-degenerated, influencing in the internal temperature distribution that will not be constant. Moreover, it will exist a positron-electron annihilation due to photon presence in the star. In this work we aim to study these effects of high temperatures inside white dwarfs, the energy transport and the consequences in the star structure.

Study In-Medium Kaon with a Symmetric Vertex in a Light Front Approach

George Hiroyosi da Silva Yabusaki¹, Wayne de Paula¹, Tobias Frederico¹; Kazuo Tsushima²; João de Melo²

¹ Instituto Tecnológico de Aeronáutica

² Universidade Cruzeiro do Sul

Using the light-front kaon wave function based on a Bethe-Salpeter amplitude model for the quark-meson interaction, we study the electromagnetic form factors of the kaon in nuclear medium within the framework of light-front field theory. The kaon model we adopt is well constrained by previous studies to explain the kaon properties in vacuum. The above mentioned observables are evaluated for the + component of the electromagnetic current, J^+ , in the Breit frame. In order to consistently incorporate the constituent up and strange quarks of the kaon immersed in symmetric nuclear matter, we use the Quark-Meson Coupling model, which has been widely applied to various hadronic and nuclear phenomena in a nuclear medium with success. We predict the in-medium modifications of the kaon observables in symmetric nuclear matter. It is found that after a fine tuning of the regulator mass, i.e. $m_R = 0.600 GeV$, the model is suitable to fit the available experimental data in vacuum within the theoretical uncertainties of kaon.

Angular momentum conservation yields the same braking index that a wind of particles

PO39

Heitor Oliveira¹, Nadja S. Magalhães²

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica

²Universidade Federal de São Paulo

Pulsars are stars that emit radiation in the form of pulses with well-defined frequencies. In the canonical model a pulsar is assumed to be a rotating, highly magnetized sphere made mostly of neutrons that has a magnetic dipole misaligned with respect to its rotation axis, which would be responsible for the emission of the radiation observed in well-defined time intervals. The observation of the pulse angular frequency (Ω) and its first two derivatives allows one to determine the braking index $n \equiv \Omega \ddot{\Omega} / \dot{\Omega}^2$. The spin-down due mainly by particle wind yields a braking index equal to 1. On the other hand, the hypothesis that the slow expansion of the displacement parameter might mimic the motion of core superfluid neutron vortices coincides with the one in the case which the braking index is dominated by particle wind when the momentum angular is conserved. The results are then similar although obtained under different physical conditions. With our model we found that the pulsar J1734-3333 has total angular momentum practically conserved, a phenomenon that we explain relating the motion of superfluid vortices in the core to the torques associated with radiation emission.

Extended Gravitomagnetism

PO40

Flavia Rocha¹, Rubens Marinho Jr.¹, Gerson Ludwig², Manuel Malheiro¹

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

The gravitoelectromagnetic (GEM) equations were developed in 1928 by Joseph Lense and Hans Thirring, which used the linearized Einstein field equations valid for a weak field scheme along with a low velocity approximation. From this linearization it is possible to define four equations analogous to Maxwell's equations, in which the mass is the perfect analogue of the electric charge. This leads to a new concept in which a current of mass can generate a gravitomagnetic field similar to the magnetic field induced by a charge current in electromagnetism. In the Newtonian limit terms of $1/c^3$ are neglected, while in the of gravitomagnetic approximation the terms of order $1/c^4$ are neglected and for static sources this theory reduces to the Newtonian case which does not gives the correct value for the perihelion advance. However, in this work will be presented corrections up to $1/c^4$ and within this approximation we get $4/3$ of the correct value for the Mercury's perihelion advance and the exact value for the deflection of light, thus showing that higher order corrections approach the general relativistic result. We called the expansion up to order $1/c^4$ of extended gravitomagnetism.

Route to Hyperchaos in Magnetoconvection

Francis Ferreira Franco, Erico Luiz Rempel

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

Cosmic magnetic fields are generally associated with turbulent motions, which can be driven by thermal convection. The Rayleigh-Bénard convection is an idealized version of thermal convection and it has been often employed to understand instabilities, chaos and atmospheric turbulence. Magnetoconvection is the study of the interaction between thermal convection and magnetic fields when a background field is imposed, and its original motivation was the understanding of the dynamics of magnetic fields in the solar photosphere. In this work, a numerical study of a reduced model of magnetoconvection is presented. By considering a horizontal background magnetic field in a conducting fluid in a plane layer, a generalized Lorenz model is derived and used to investigate transitions to chaos and hyperchaos as a function of two control parameters, the reduced Rayleigh number and the magnitude of the background magnetic field. The power spectra and the spectrum of Lyapunov exponents are used to describe the system states. As a result, a hyperchaotic saddle is found and a new transition from quasi-periodicity to hyperchaos is presented.

Effects of plasma treatment on rotational DBD with regard to the wettability, morphology and chemical composition of polyamide 6.6

Larissa ¹, G. Petraconi¹; Fernando Gasi², Rodrigo Pessoa¹

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica

²Universidade Federal do ABC

Cold plasmas have been extensively studied because they are economical, environment-friendly, and produce physical and/or chemical changes on the surfaces of polymers, thereby improving properties such as adhesion and wettability. In the case of nylons (and polyamides in general), chemical changes in the surface occur through the breaking of carbon-nitrogen bonds by plasma-generated species (ions, atoms, radicals, excited molecules) which subsequently regroup to make the surface hydrophilic. These changes are of interest to the textile industry, in particular during the coloring process. Two of the most important consequences of plasma treatment are a) a smaller amount of dye is required; b) there is an intensification of color after dying. Among the plasma technologies used in the treatment of textiles, dielectric barrier discharge (DBD) stands out since it promotes uniform treatment without thermal damaging the fibers. In this work, we used a rotational DBD to treat the surface of polyamide (nylon 6.6) under two different process conditions, namely, normal atmospheric pressure ($p = 760$ Torr) and low pressure ($p = 30$ Torr). The number of cycles (discharge exposure to the textile surface) was 5. The two main characterization techniques used to determine the physicochemical changes on the treated surface were: a) Dynamic contact angle measurement: a decrease in the contact angle was observed on the treated samples compared to untreated ones. b)

Scanning Electron Microscopy (FEG-SEM): microscopic analysis showed changes on the fabric surface after treatment. In especial, surface roughness was significantly increased (larger groove depth) when the vacuum treated samples were compared to the untreated ones.

Mechanical and optical changes in carbon fiber coated with TiO₂ thin films by atomic layer deposition technique

PO43

Vanessa Messias Dias , Rodrigo Pessoa, Homero Maciel
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

The carbon fiber is used due to excellent mechanical properties, thermal conductivity and high thermal resistance, which allows the application in the military area as helicopter rotor axes, missile launcher tubes and conical radomes, in automotive, chemical and energy. The problem for new applications is the black color of the fiber which hinders the dyeing process and when dyed, its mechanical property is modified. There are well-studied methods like reactive sputtering, electrochemical deposition and chemical vapor deposition (CVD) however the atomic layer deposition (ALD) stands out in relation this technologies, because it allows to deposit more conformal layers in 3D substrates and has allowed the deposition of thin films, such as metals, oxides, nitrides and sulfides, and among the metal oxides. Titanium dioxide (TiO₂) has high photocatalytic and environmental amenity because it have high chemical stability. In this work, carbon fiber samples were coated with TiO₂ thin films by ALD and then its mechanical and optical properties was analysed by electron scanning microscopy and spectrophotometry methods.

Electrodynamics of white dwarf - white dwarf mergers

PO44

Geanderson Araujo Carvalho¹ , J. F. Rodriguez^{1,2}; J. A. Rueda^{1,2}; R. Ruffini^{1,2}; R. M. Marinho Jr.¹ ; M. Malheiro¹

¹ ICRANet

² Sapienza Università di Roma

White dwarf binary (WD-WD) mergers have been recently introduced as a new subclass of gamma-ray bursts (GRBs) characterized by a prompt gamma-ray emission, an infrared/optical kilonova from the merger ejecta, and an extended X-ray emission from the WD central remnant born in the merger. While the optical and X-ray emission were treated in detail, the gamma-ray emission was only proposed to arise from WD magnetospheric processes. We here estimate the gamma-ray emission as the result of the electric potential induced by the interaction of the magnetic field of the magnetic primary WD with a non-magnetic secondary WD. The magnetic friction is shown to power a high emission as high as 10^{50} ergs/s, thus being compatible with the power of GRBs. However, twist of the magnetic field occurs in high magnetic WD and this may lead to magnetic reconnection, this process can reduce substantially the powered emission. Finally, the binary orbital evolution is affected by this mechanism and from this we propose a way to detect extremely high magnetic field WDs via gravitational wave observations.

Índice de Autores

- Albuquerque
Diego, 37
- Alves
Daniel, 51
- Barbosa
Utida, 52
- Barboza
Bruno, 30
- Batagin-Neto
Augusto, 30
- Bezerra
Edivane, 47
- Bortoleto
José, 37
- Brissi
Deidimar, 22, 23, 34, 39, 41
- Brito Cruz
Carlos H., 16
- Brizolla
Gusthavo, 40
- Capelle
Klaus, 16
- Carmo
Liliana Souza do, 42
- Chagas
Julio, 25
- Chaves
Andrey, 29
- Costa
Claudio, 43
D.R., 18
Roner, 30
- Da Silva Neto
Pedro Ricardo, 41
- de Paula
Wayne, 19
- Dellandrea
Heloisa, 32
- Dias
Airton, 21
Vanessa, 63
- Doi
Erick, 22
- Fernandes
Giovanna, 33
- Folli
Hebert, 32, 54
- Franco
Francis, 62
- Freitas
Ana, 49
- Galvão
Ricardo, 16
- Godoy
Armstrong, 53
- Gonçalves
Anderson, 49
Bruno, 56
- Goulart
Cleverson, 55
- Grime
Gabriel, 35
- Honda
Fabiana, 23
- Ireno
Caio, 37
- Karnopp
Júlia, 27

Lang
 Rossano, 28

Larissa
 Larissa, 62

Leite
 Douglas, 28, 32

Lenzi
 César, 20

Machado
 Francisco, 25, 26

Magalhães
 Nadja, 31

Martins
 Jonathan, 40

Massi
 Marcos, 32

Mattis
 Gabriela, 39

Medeiros
 Subenia, 30

Milanez
 Bruno, 26

Morais
 Arthur Domingos Mesquita, 30
 Eliane, 51

Morello
 William Koiti Uemura, 43–45

Moura
 Marcos, 38

Neto
 Pedro, 22, 23

Norberto
 Afonso, 37

Nunes
 Sílvia, 60

Oliveira
 Heitor, 59, 61
 Lucas, 37

Pacheco
 Matheus, 21

Pazianotto
 Maurício, 17

Pereira
 Juliana, 49

Peres
 Nuno, 13

Petraconi
 André, 36
 Gilberto, 19

Pinheir
 Max, 25

Pinto
 Cesar, 21

Piza
 Antonio, 15

Ramos, 37

Raul, 37

Recco
 Abel, 32

Rezende
 Deborah, 46, 49

Ridenti
 Marco, 17

Rocha
 Flavia, 61

Rodrigues
 Marina, 31

Sa
 Sabrina da Silva, 29

Sagás
 Julio, 27, 35

Silva Neto
 Pedro Ricardo, 34, 39

Sobrinho
 Argemiro, 28, 32

Stegemann
 Cristiane, 32

Teixeira
 Thiago Vasconcelos, 42

Vali
 Ricardo, 28

Vieira
 Thais, 56

Xavier
 Neubi, 57

Yabusaki
 George, 60