

## CONSTRAINTS ON DARK ENERGY FROM THE OBSERVED DENSITY FLUCTUATIONS SPECTRUM

**Reuven Opher, Ana Pelinson  
IAG/USP**

One of the greatest challenges in cosmology today is to determine the nature of dark energy, the unknown source of the observed present acceleration of the universe. High precision experiments are being developed to reduce the uncertainties in the observations. Recently we showed that the agreement to an accuracy of 10% of the measurements of the cosmic microwave background (CMB) anisotropies and galaxy distribution (GD) data for the density fluctuation  $\delta\rho/\rho$  puts very strong limits on the possible decay of the vacuum energy into cold dark matter (Opher & Pelinson, 2004, Phys. Rev. D, 70, 063529). Using this agreement combined with the evidence that  $\Omega_M=0.28\pm 0.02$  and that the universe is approximately flat, we show that the vacuum metamorphosis and a popular brane model for dark energy can be discarded. When we relax the  $\Omega_M$  requirement, these models reach this agreement only if  $\Omega_M\approx 0.36$  and  $\Omega_M\approx 0.73$  respectively. We combine the agreement of the CMB and GD data with previous constraints from SNIa data to exclude (or put strong limits on) other dark energy models for the variation of the pressure to energy density ratios  $w_X=p_X/\rho_X$  as a function of redshift.

## NOVOS VÍNCULOS PARA A ENERGIA ESCURA

**Nilza Pires  
UFRN**

Observações recentes de supernovas tipo Ia (SNIa) evidenciam que o universo pode estar atualmente numa fase de expansão acelerada. Esses resultados quando combinados com medidas das anisotropias da radiação cósmica de fundo (RCF) e estimativas dinâmicas da quantidade de matéria no universo, sugerem um universo espacialmente plano composto de aproximadamente 1/3 de matéria (bariônica + escura) e aproximadamente 2/3 de uma componente exótica dotada de grande pressão negativa, a chamada energia escura. A ausência de um indicativo mais natural, dado pela teoria da física de partículas, sobre a natureza dessa componente escura, originou um grande debate e muitas especulações teóricas. Entre os vários modelos possíveis, a análise estatística dos dados de SNIa, indicam os campos escalares chamados fantasmas ("phantom") como uma possibilidade bem real, ao dar um ajuste muito melhor do que  $\Lambda$ CDM\*, ao dados de SNIa. O campo "phantom" é bastante estranho, com uma equação de estado  $p < -\rho$  (onde  $p$  é a pressão e  $\rho$  a densidade de energia), ele viola a maioria das condições de energia clássicas, como apontado recentemente por Santos e Alcaniz. Caso exista realmente, esta componente levará o universo a um triste fim, o chamado rasgão do espaço-tempo ("big rip")! Neste trabalho, apresentamos mais um teste observacional para o comportamento "phantom" da energia escura. Este teste é baseado no "lookback time" de aglomerados de galáxias e idade do universo. O "lookback time" é observacionalmente estimado como a diferença entre a idade atual do universo e a idade de um dado objeto no "redshift"  $z$ . Este teste, bem como o método de determinação da idade dos aglomerados de galáxias, foi originalmente proposto por Capozziello, Cardone, Funaro e Andreon, num trabalho recente de 2004. Adicionalmente, também são feitas as análises conjunta com os dados de SNIa e RCF. Todos estes testes indicam que o melhor ajuste é o de uma componente com pressão extremamente negativa, ou seja, um campo tipo fantasma. \*  $\Lambda$ CDM é o modelo padrão da cosmologia com constante cosmológica.

## ON A POSSIBLE DETECTION OF ANOMALOUS MICROWAVE DUST EMISSION IN THE BEAST MAPS

**Mirko Rajjevic, Thyrso Villela, Jorge Mejia, Camilo Tello,  
Carlos Alexandre Wuensche  
INPE**

Galactic Emission, a major foreground contaminant in measurements of the Cosmic Microwave Background (CMB), has so far been understood as a mixture of synchrotron, free-free and thermal radiation. However, recent analysis of current CMB data sets have pointed out the existence of excess emission in the Galactic

foreground between 10 and 50 GHz in addition to a peculiar spatial correlation with its dust component. In this work, we use the BEAST maps, centered at 30 (Ka-band) and 41.5 GHz (Q-band), to investigate this excess emission in an attempt to associate it with an anomalous component. We use a cross-correlation technique between BEAST maps and Galactic templates, smoothed to  $1^\circ$ , to estimate the rms contribution of each Galactic component to the BEAST maps. To quantify the excess emission, we subtract the thermal dust emission extrapolated to each of the BEAST frequencies and then we correlate the residual map with the dust template. We find that the excess emission from a possible anomalous component is the dominant foreground contaminant at the BEAST frequencies. A more detailed analysis was carried out by applying the same method to  $5^\circ$ -wide stripes in Galactic Latitude, which span the range between  $-30^\circ$  and  $84^\circ$  in the Q band. The results show that the excess emission is more significant in the Ka band than in the Q band. The associated spectral index suggests the existence of an anomalous component of non-thermal origin. We discuss the possibility of explaining our results using spinning-dust models.

PAINEL 17

### **DARK ENERGY MODELS AND THE ZKDR DISTANCE REDSHIFT RELATION**

**Rose Clívia Santos<sup>1</sup>, José Ademir S. Lima<sup>2,1</sup>**

**1 - UFRN**

**2 - IAG/USP**

Assuming the validity of the cosmological principle, i. e., that the Universe is homogeneous and isotropic, one may apply the Robertson-Walker (RW) metric to the field equations of general relativity for obtaining the cosmological distance as a function of the redshift. On the other hand, the incoming light beams from distance sources are experiencing mass inhomogeneities along their way because the observed universe is not perfectly homogeneous. It is also generally assumed that this does not affect the large scale expansion rate of the Universe although considering that our Universe is very far from homogeneous on scales smaller than galaxy clusters. Certainly, the presence of such inhomogeneities will modify the measured distances through the effect of gravitational lensing. Therefore, it is important to discuss the possibility to compute at least approximate distances taking into account such inhomogeneities. The so-called Zeldovich-Kantowski-Dyer-Roeder (ZKDR) distance-redshift relation assumes that the expansion rate of the Universe is governed by the total matter density whereas the focusing of light is only affected by a fraction of the total matter density. The ZKDR distance contains an additional parameter, namely the homogeneity-parameter,  $\alpha$ . In such an approximation it is supposed that a fraction  $1-\alpha$  of the matter density is in very compact objects and the light-ray travels far from all matter accumulations. In this work, we rediscuss the ZKDR distance-redshift relation for a large class of dark energy models assuming that the mass distribution satisfies a power law,  $\rho_m = \alpha \rho_{mo} (\rho/\rho_{mo})^\gamma$ , where  $\alpha$  and  $\gamma$  are the smoothness parameters. It is found that the distance-redshift relation must be corrected in comparison with the filled beam cosmology when negative values of  $\gamma$  are considered. Such results can give important corrections to the so-called background tests of dark energy.

PAINEL 18

### **ORDINARY AND INTEGRATED SACHS-WOLFE EFFECT FOR A DECAYING VACUUM COSMOLOGY**

**Francisco Edson da Silva<sup>1</sup>, José Ademir S. Lima<sup>2,1</sup>**

**1 - UFRN**

**2 - IAG/USP**

Many astronomical observations in the last few years are strongly suggesting that the current Universe is spatially flat and dominated by an exotic form of energy. This unknown energy density accelerates the universe expansion and corresponds to around 70% of its total density being usually called Dark Energy or Quintessence. One of the candidates to dark energy is the so-called cosmological constant ( $\Lambda$ ) which is usually interpreted as the vacuum energy density. However, in order to remove the discrepancy between the expected and observed values for the vacuum energy density some current models assume that the vacuum energy is continuously decaying due to its possible coupling with the others matter fields existing in the Cosmos. In this work we study the influence of a decaying vacuum energy density in the anisotropies of the cosmic microwave background (CMB) and its angular power spectrum. More precisely, to start from the expressions for CMB anisotropies in terms of the decaying rates of vacuum energy density in matter ( $\beta_m$ ) and radiation ( $\beta_r$ ), we obtain the angular power spectrum of the  $\Lambda(t)$  model in large angular scales. Finally, by

considering the quadrupole moment measured by the WMAP experiment, we derive the limits  $\beta_m \leq 0.11$  and  $\beta_r \leq 0.17$ .

PAINEL 19

## INFLUENCE OF A STOCHASTIC TERM ON THE MESZAROS EFFECT

**João M. Silva<sup>1</sup>, José Ademir S. Lima<sup>2,1</sup>**

1 - UFRN

2 - IAG/USP

The problem of the evolution of perturbations for a non-relativistic component in an universe dominated by radiation has been studied by several authors. In 1974, Meszaros found that the growing-mode perturbation  $\delta_+$  remains frozen until  $z_{eq}$  even when  $\lambda \gg \lambda_J$ . This means that at early times, the dominant energy of radiation drives the universe to expand so fast that the matter has no time to respond, so  $\delta_+$  is frozen at a constant value. This stagnation or freezing-in of perturbations is commonly known in the literature as Meszaros effect. In this work we rediscuss the Meszaros effect taking into account the existence of possible stochastic effects due to the thermal bath. In particular, we analyze how the contrast density of the non-relativistic component evolves when a stochastic term is added. In the linear approximation, the contrast density is now governed by the following equation  $\delta'' + [(2+3y)/2y(1+y)]\delta' - 3/2y(1+y)\delta = \xi(y)$ , where  $\xi(y)$  satisfy the properties characterizing white and colored noises. In principle, such a study may also be interesting after  $z_{eq}$  when the universe is dominated by cold dark matter but the baryonic component is still in thermal contact with the radiation fluid.

PAINEL 20

## PERTURBAÇÕES LINEARES EM COSMOLOGIAS NEWTONIANAS COM QUINTESSÊNCIA

**Maria Assunta Silva Nobre<sup>1</sup>, Nilza Pires<sup>1</sup>, José Ademir S. Lima<sup>2,1</sup>**

1 - UFRN

2 - IAG/USP

Nas teorias de formação de estruturas é essencial o estudo e compreensão da evolução de pequenas inhomogeneidades no universo primitivo. Perturbações cosmológicas com comprimento de onda menor do que o raio de Hubble podem ser explicadas no contexto da teoria Newtoniana com grande precisão. No entanto, a aplicação desta teoria é restrita à matéria não relativística. Lima *et. al.* (1997), modificando a equação de continuidade, estenderam o domínio de aplicabilidade da mesma para a fase dominada pela radiação. Considerando a equação de continuidade modificada, estudamos a teoria de perturbações lineares em universos com uma mistura de 3 fluidos: Matéria não-Relativística, Radiação e Energia Escura (matéria-X). Para o caso do modelo com constante cosmológica, que corresponde a uma energia escura com equação de estado efetiva dada por  $p=-\rho$ , obtivemos as equações de evolução dos contrastes de densidade e exibimos algumas soluções particulares. Na ausência de Energia Escura em nossos modelos, todos os resultados de Padmanabhan (1998) são recuperados. Mostramos também que a constante cosmológica inicialmente não tem muita influência no comportamento das perturbações da matéria até tornar-se posteriormente importante na expansão, quando surgem diferenças significativas na evolução do contraste de densidade da componente material.

PAINEL 21

## FORMAÇÃO DE ESTRUTURAS EM MODELOS DO UNIVERSO COM ENERGIA ESCURA

**Hidalyn Theodory Clemente Mattos Souza, Nilza Pires**

UFRN

Nestes últimos anos, temos visto uma grande revolução nas teorias da origem e evolução do universo. De um lado os desenvolvimentos da física teórica têm levado à uma grande proliferação de idéias acerca do modelo do nosso universo. Por outro lado, o fantástico aumento, em qualidade e quantidade, dos dados observacionais indicando-nos um universo plano, expandindo-se aceleradamente. Entretanto, ainda continua sendo um dos principais desafios da cosmologia, quantificar a evolução de flutuações de densidade, que eram pequenas na época da recombinação, e hoje são as galáxias e estruturas em grande escala que observamos.

Neste trabalho, analisamos como a evolução de uma dessas flutuações pode ser afetada devido a presença de um campo de vácuo ou uma quintessência (constante ou variável). Nesta análise, levamos em conta os vários processos físicos que atuam na matéria bariônica, existentes durante e após a época da recombinação. Um primeiro resultado que encontramos, mostra que a presença da energia escura na forma de uma constante cosmológica ou quintessência adianta o colapso das estruturas de matéria. Este resultado poderia explicar a presença de galáxias velhas em altos “redshifts”.

PAINEL 22

## UMA ABORDAGEM COSMOLÓGICA SEGUNDO ILYA PRIGOGINE

**Rodolfo Valentim, C. H. de Araújo**  
IAG/USP

A Relatividade Geral é uma das mais bem sucedidas teorias existentes. Seu papel no entendimento do universo e em questões de interesse cosmológico são fundamentais. O modelo Padrão de Partículas, aliado à Relatividade Geral poderia propor um entendimento completo do Universo. Contudo esta aliança de forma geral, conduz à idéia de um Universo fechado, adiabático e reversível. Prigogine *et al* (1989) propõem uma nova Cosmologia onde há uma reinterpretação do tensor de momento-energia das equações de Einstein. Isto permite a criação de matéria através da instabilidade no campo gravitacional, resultando em uma Termodinâmica de sistemas abertos do ponto de vista cosmológico. Parece que, em geral a singularidade inicial é estruturalmente instável com respeito à irreversibilidade da criação de matéria. Dentro desta abordagem, nos concentramos na obtenção de dois resultados mais imediatos: uma expressão para o tensor momento-energia e análises da entropia devido ao comportamento de tal tensor.

PAINEL 23

## OBSERVATIONAL CONSTRAINTS ON QUARTESSENCE MODELS: RECENT TYPE Ia SUPERNOVAE AND THE POSITION OF THE PEAKS IN THE COSMIC MICROWAVE BACKGROUND SPECTRUM

**Lucas S. Werneck<sup>1</sup>, Martín Makler<sup>2</sup>**  
1 - OV/UFRJ  
2 - CBPF

According to the current standard cosmological scenario, two main constituents — dark energy and dark matter — are needed to describe the clustering of luminous matter and the accelerated expansion of the Universe. In recent years, the possibility of having a single component accounting for the phenomenology associated to these two components has also been considered. Several models of such *unifying dark matter* — also known as *quartessence* — were proposed, the most popular being the Chaplygin gas. In this work, we consider four phenomenological models of quartessence: the Generalized Chaplygin Gas, Exponential Quartessence, Logarithmic Quartessence, and Step-like Quartessence. These models are consistent with the large-scale matter power spectrum from 2dF and SDSS data for a particular type of initial intrinsic entropy perturbations. Furthermore, the Step-like Quartessence is in agreement with these data even for adiabatic perturbations. We use recent data from type Ia supernovae (SNIa) in combination with the positions of the first three peaks in the cosmic microwave background radiation (CMBR) power spectrum to set constraints on these models. Assuming a flat universe and big-bang nucleosynthesis constraints on the baryon density, we determine the confidence regions of the model’s two free parameters using a Chi-squared analysis. It is found that these four models are consistent with the data for a wide parameter range. Although the CMBR data allows to break some of the degeneracy left by SNIa data, other observables are still needed to set stronger constraints on the model’s parameters.