نموذج لكون محدود غير متفرد

A Model For a Finite Non-Singular Universe

محمد باسل الطائي

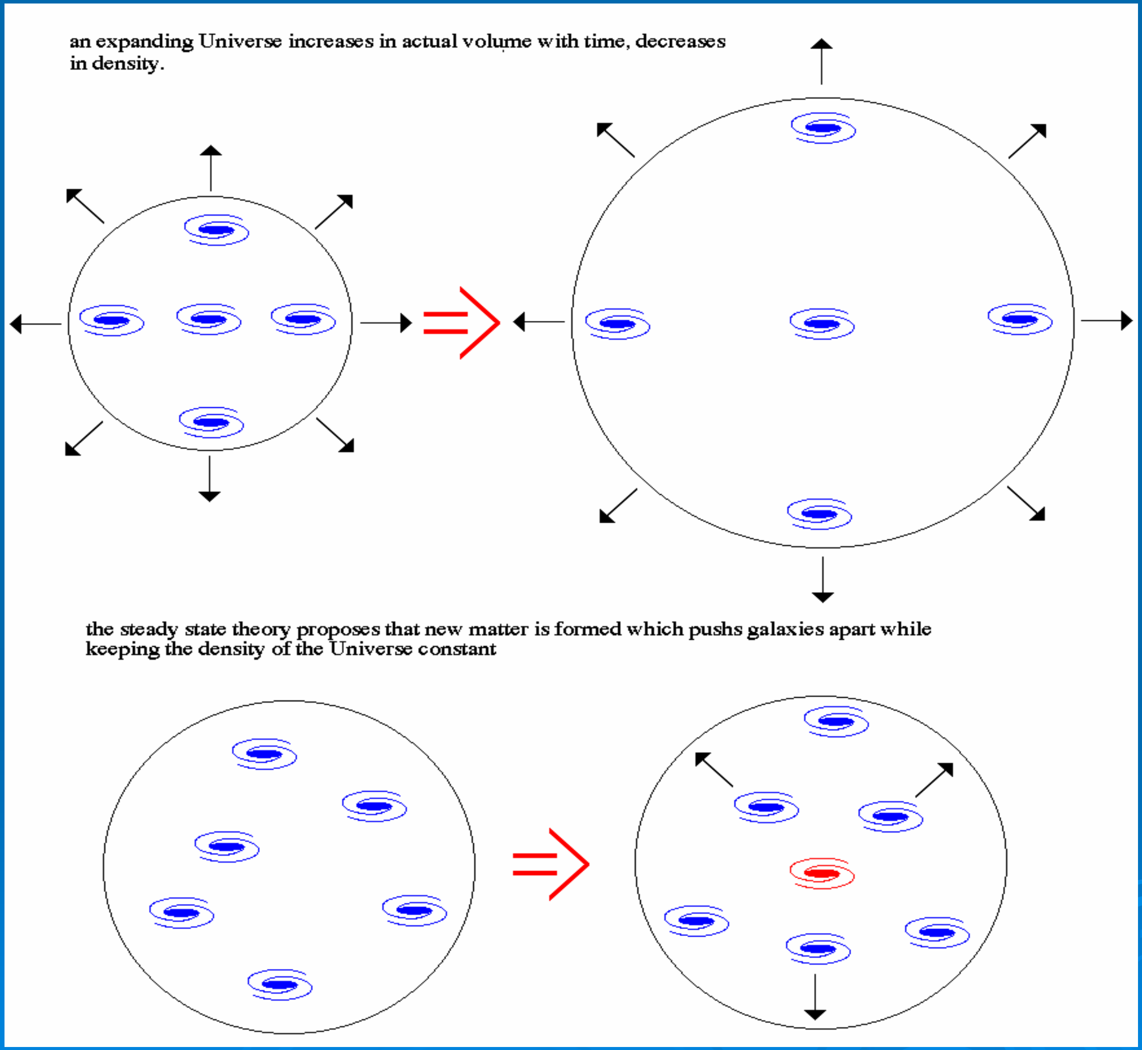
أستاذ الفيزياء الكونية بجامعة اليرموك

آذار 2005

إدوين هابل(1889-1953)

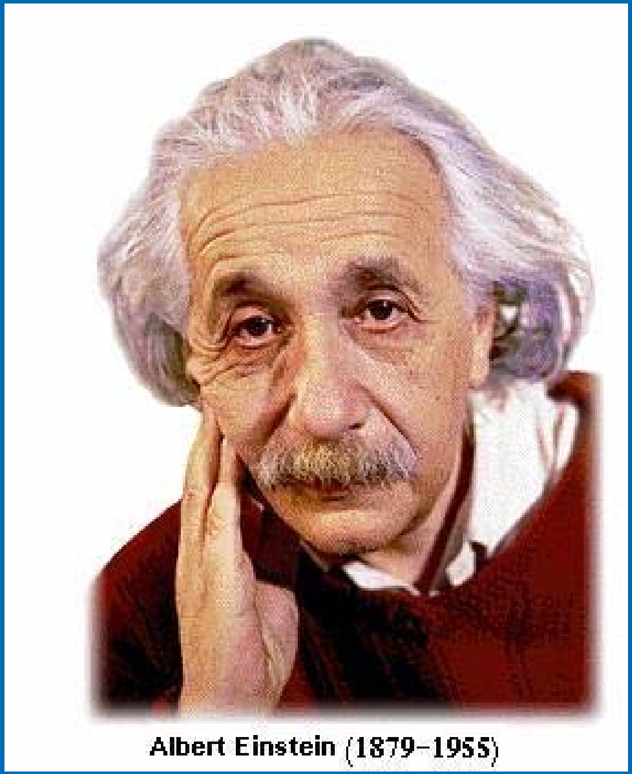
- تمييز المجرات واكتشاف المئات منها.
- اكتشاف تباعد المجرات.
- الكون يتوسع.

توسع الكون



an expanding Universe increases in actual volume with time, decreases in density.
the steady state theory proposes that new matter is formed which pushs galaxies apart while keeping the density of the Universe constant

. البرت آينشتين (1879-1955م)



النسبية العامة:

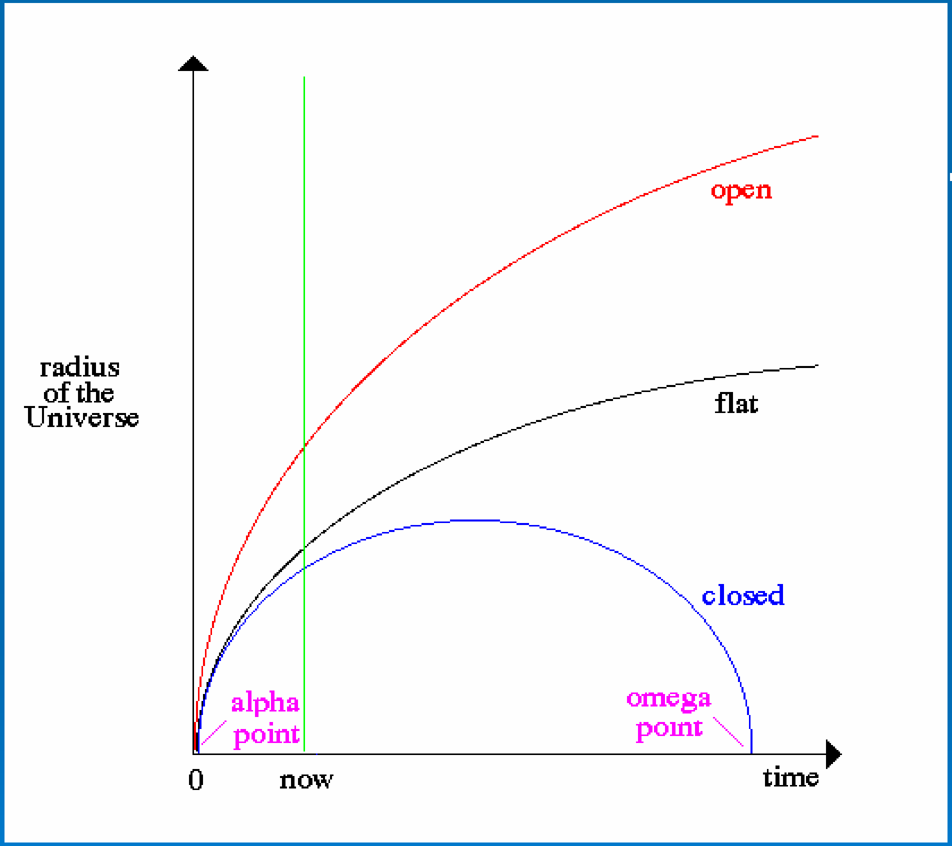
- الكون رباعي الأبعاد ...
- وصف المجال الجاذبي كتحدب للزمكان

ما نراه من الكون هو سطح ثلاثي الأبعاد

الكون هو حل لمعادلات آينشتين.

- نموذج آينشتين ساكن ومغلق!!

الكسندر فريدمان (1888-1925)

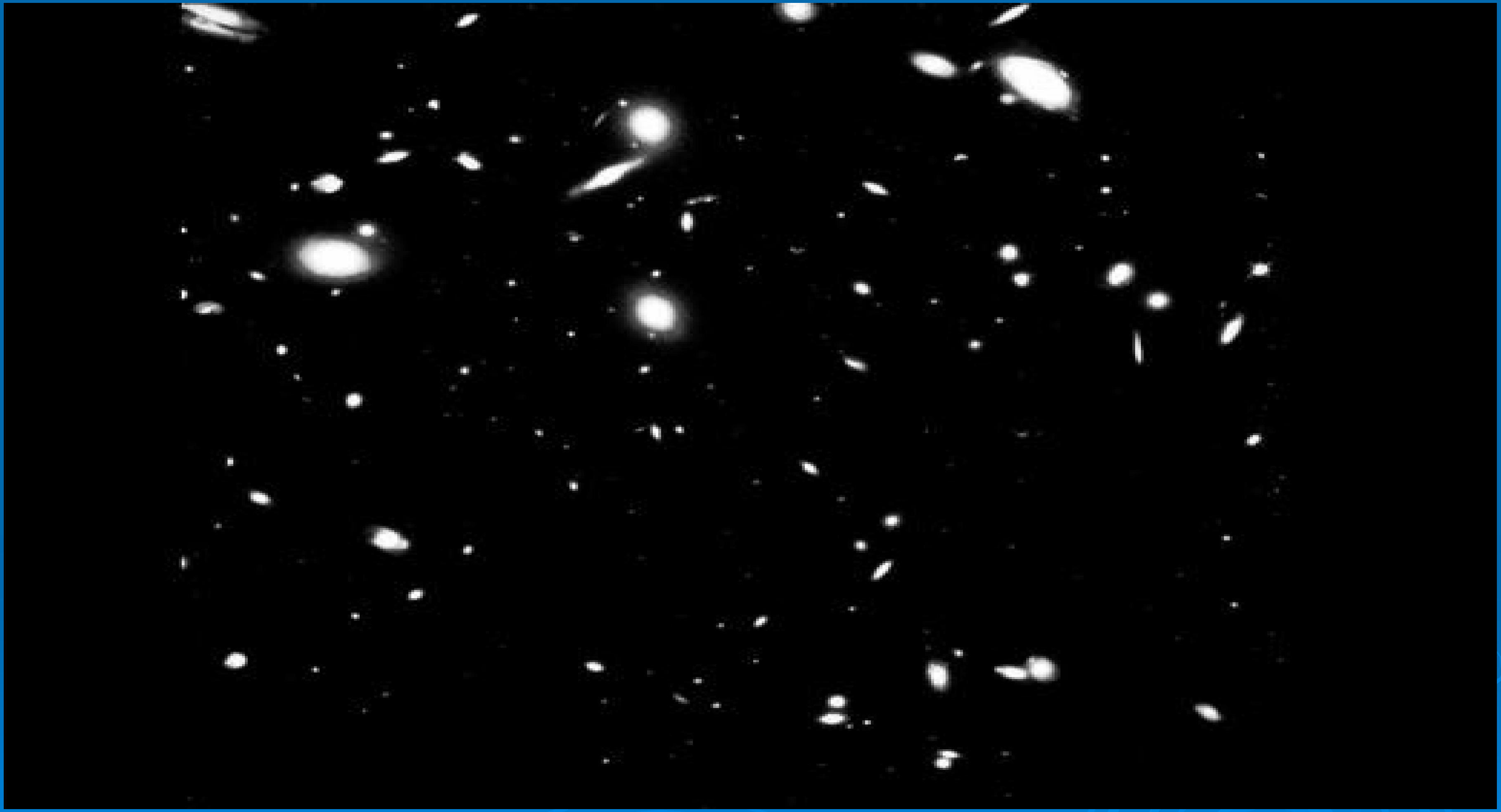


- لا يوجد مركز للكون بل إن أية نقطة فيه تصلح أن تكون مركزاً.
- تتزايد سرع النقاط المتباعدة عن بعضها بنسبة المسافات بينها (تحقيق قانون هابل نظرياً).
- عمر الكون12-20 مليار سنة

نظرية جورج جامو وجماعته 1948م

- إذا كان الكون هو في توسع الآن فلابد أنه كان في الماضي أصغر.
- نماذج فريدمان تقرر نظرياً انبثاق الكون من العدم قبل زمن محدد.
- كيف نشأت المادة ؟
- وكيف تكونت العناصر الطبيعية ؟
- لماذا كانت نسب الوفرة الطبيعية للعناصر بما هي عليه ؟ ماهو سر هذه النسب ؟

إقتراح جامو



الإنفجار العظيم

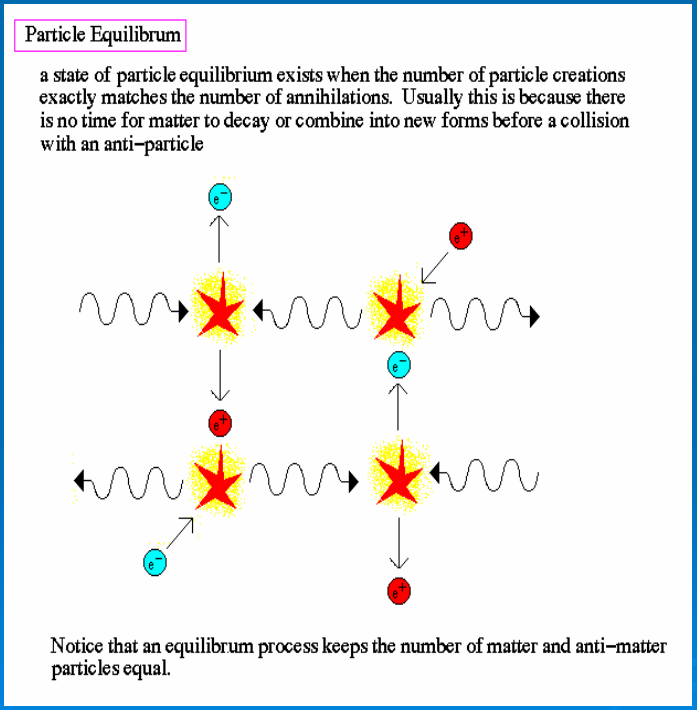
لم يبدأ جامو من الزمن صفر بل من اللحظة التي كان فيها عمر الكون 10^{-4} ثانية

المرحلة الأولى

ـ الزمن عند 10^{-4} ثانية.
ـ درجة الحرارة هي 10^{13} كلفن.
ـ الحالة :الكون مزيج من الجسيمات الأولية والكواركات وهو أشبه بحساء كثيف من الجسيمات ومضاداتها، وهي تتولد وتفنى باستمرار.

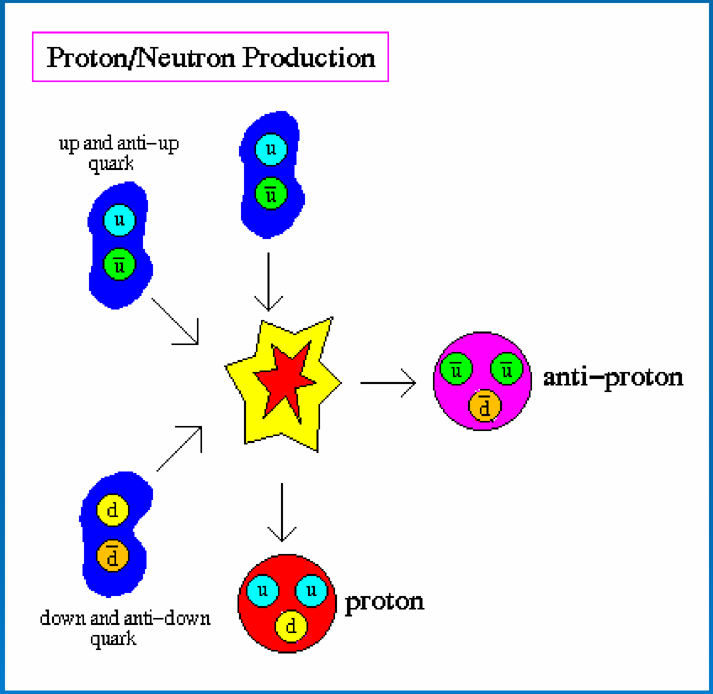
المرحلة الثانية

- الزمن: 0.01ثانية.
درجة الحرارة :10^{11} كلفن.
الحالة: توقف تولد البروتونات والنيوترونات وضديداتها.
إستمرارتولد وفناء البوزيترونات والألكترونات- $e^{+}e$.



المرحلة الثالثة

- الزمن: 0.1 ثانية.
درجة الحرارة: 3×10^{10} كلفن.
ـ الحالة: النيوترونات تتحول إلى بروتونات ولا يحصل العكس.



- p = 62%   n = 38%

المرحلة الرابعة

- الزمن: 1 ثانية.
  درجة الحرارة: 10^{10} كلفن.
  الحالة: قلّت نسبة تصادم النيوترونات مع بعضها. قل توليد e^+e^- .
  n= 24%   p = 76%

المرحلة الخامسة

- الزمن: 14 ثانية.
  درجة الحرارة: 3×10^{9} كلفن.
  الحالة: توقف توليد $e^{+}e^{-}$.
  استمرار انحلال النيوترونات.
  $n = 14\%$ $p = 86\%$

المرحلة السادسة

- الزمن: 3 دقائق.
- درجة الحرارة: 9×10^8 كلفن.

  الحالة: تكوين نوى $H, {}^3He, {}^4He$
- n = 13%   p = 87%

المرحلة السابعة

- الزمن: 35 دقيقة.
- درجة الحرارة: 3×10^{8} كلفن.
- الحالة: **فناء البوزيترونات**.

$e^{+}+e^{-} \rightarrow \gamma\gamma\gamma$.

المرحلة الثامنة

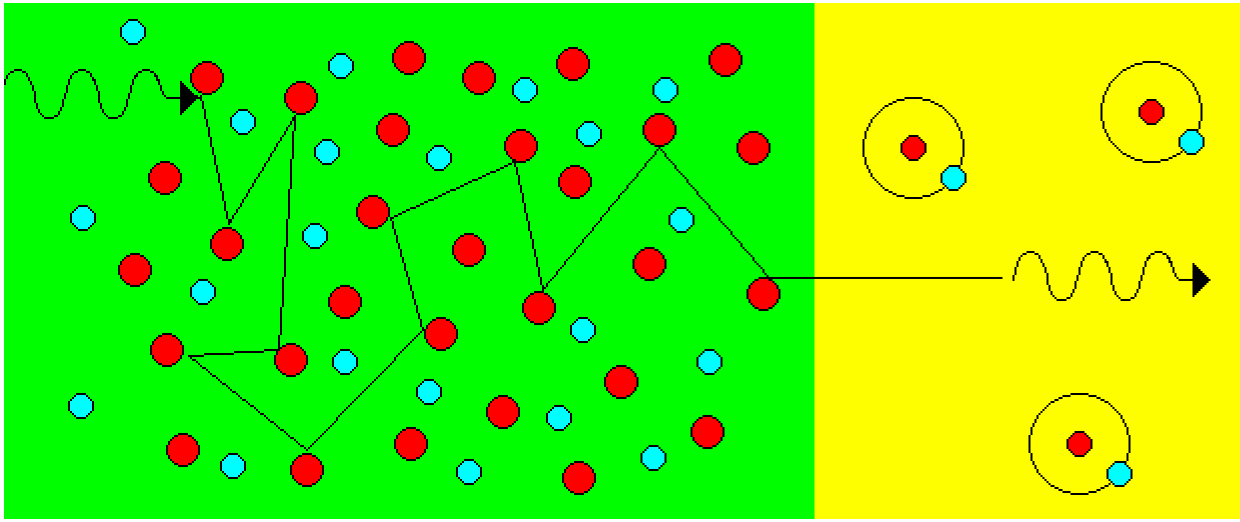
- الزمن: 300000 سنة .
- درجة الحرارة: 5000 كلفن.
- الحالة: تشكّل ذرات H و He.

الآن

- الزمن: 10^{10} سنة.
- درجة الحرارة: 2.74 كلفن.

Last Scattering Epoch

As the Universe cooled, the free electrons and protons could finally bond togther to form hydrogen atoms. At the same time, the Universe went from a rich plasma to a gas of neutral hydrogen.



hydrogen plasma — atomic hydrogen

In a plasma, the mean free path of a photon is very short. In a gas of atomic hydrogen, the mean free path is very long, as long as the size of the Universe. Thus, the transition from the early plasma to atomic hydrogen is the epoch of last scattering, the point in time when the photons became free to travel without hindrance.

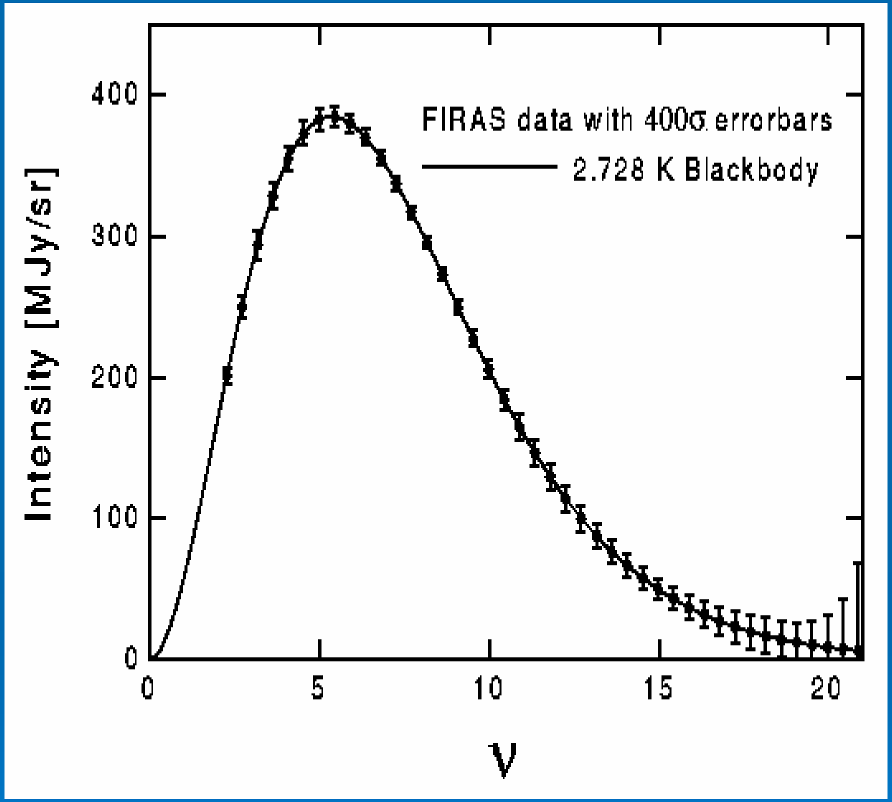
نتائج نظرية جامو وجماعته

- اقتراح نموذج لنشوء وتطور الكون.
- حساب الوفرة الطبيعية للعناصر الخفيفة H, He.
- توقعت نظرية جامو وجماعته أن تكون درجة حرارة الخلفية الكونية بحدود 50 كلفن أولاً ثم تم تدقيق الحسابات لتعطي 5 كلفن.

عانت نظرية الانفجار العظيم من الإهمال لفترة طويلة لسببين:

- الانفجار العظيم وضع الفيزيائيين أمام تحديات فكرية وفلسفية.
- عدم تمكنها من تفسير الوفرة الطبيعية للعناصر الأخرى

بنزياس وولسن: مختبرات شركة بيل 1965م



- اكتشاف الخلفية الحرارية للكون عند درجة حرارة 3 كلفن.
- النتائج تؤكد صحة توقعات جامو.

عودة إلى Big Bang

تزايد الاهتمام بالانفجار العظيم استدعى ضرورة حل المعضلات الفكرية والفلسفية .

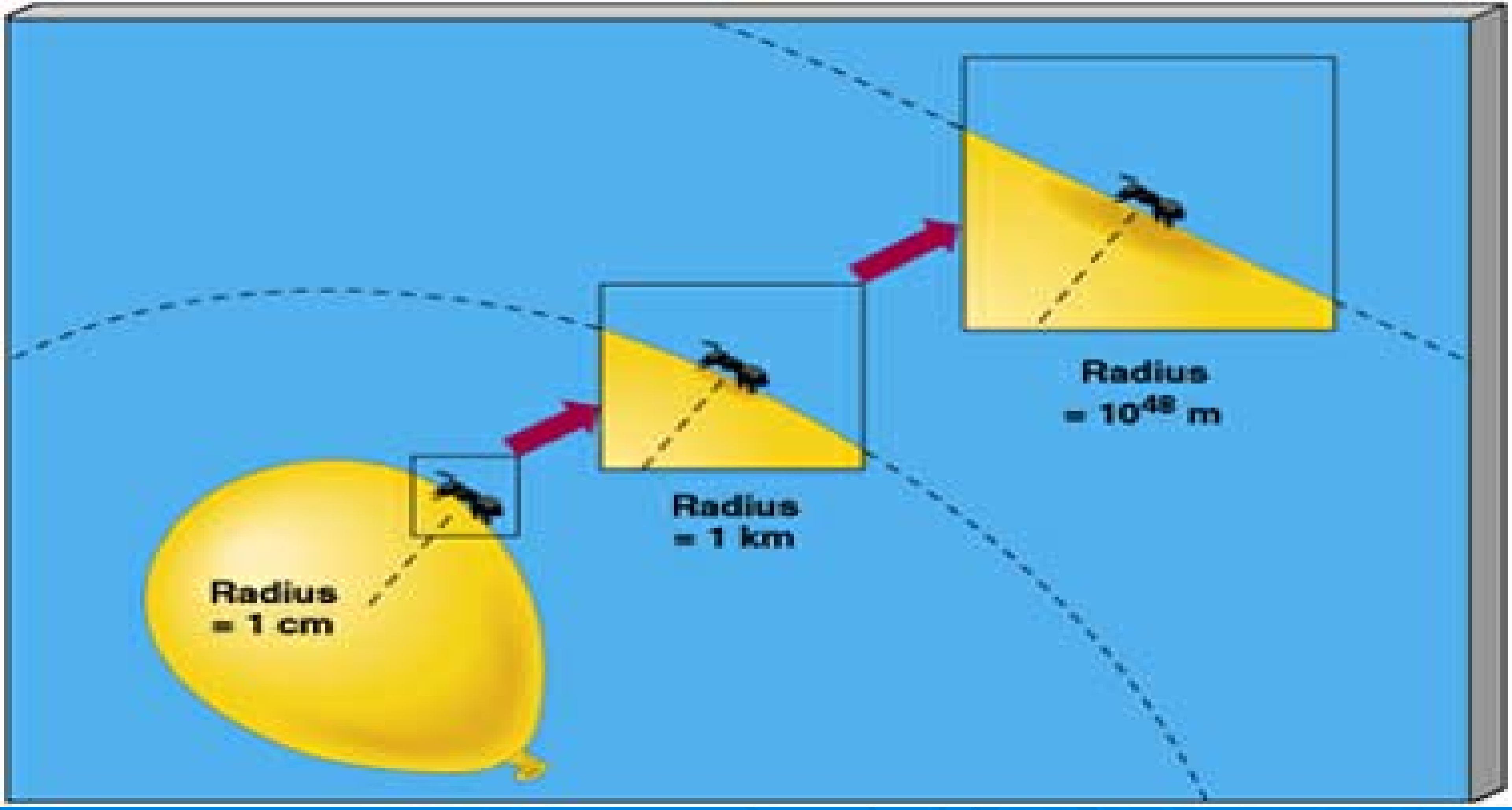
الاتجاه إلى دراسة امكانية انبثاق الكون من العدم نظرياً.

الاقتراب من الزمن صفر

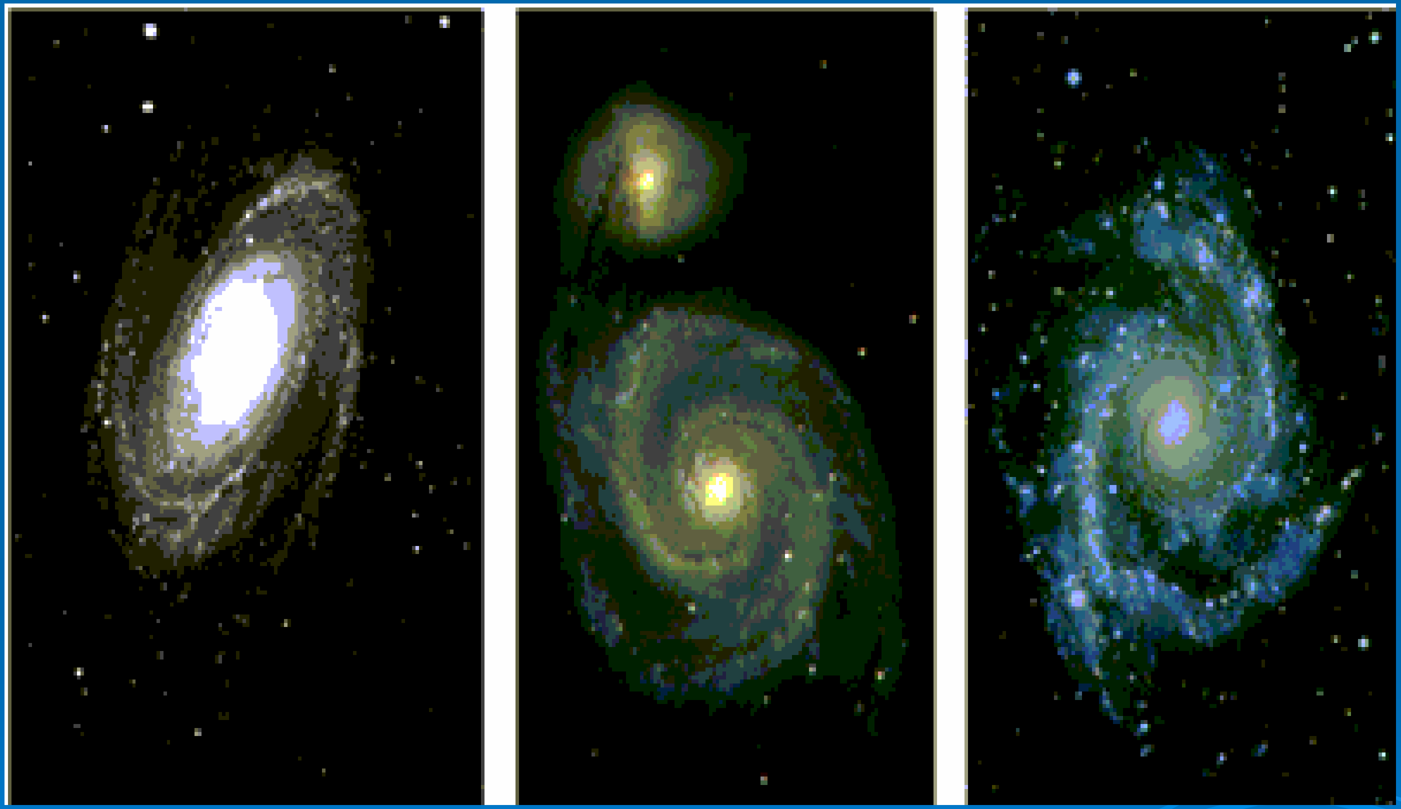
مشاكل نظرية الانفجار العظيم

1. مشكلة الفردنة Singularity Problem
2. مشكلة الانبساط Flatness Problem
3. مشكلة تكوين المجرات Large structures
4. مشكلة الأفق Horizon Problem
5. القطب المفناطيسي المنفرد Magnetic Monopole

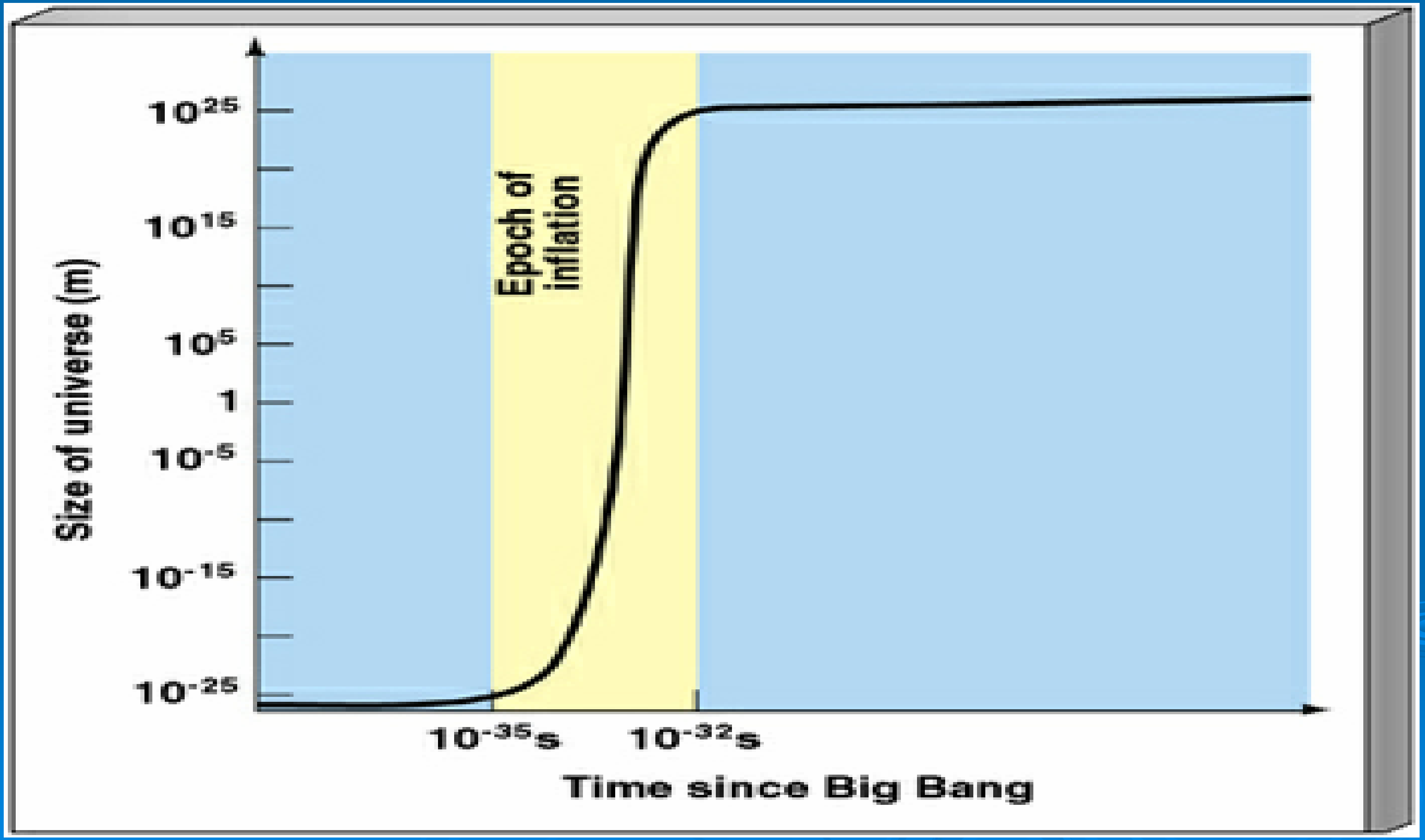
Flatness Problem



Large Structures



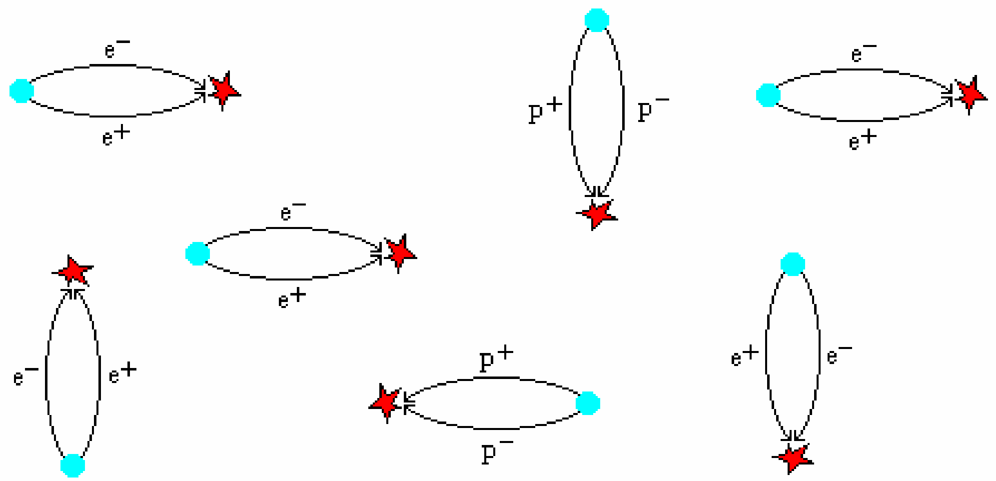
نظرية التضخم Inflation



Casimir Effect (1948م) :ظاهرة كازمير

Quantum Vacuum

the quantum vacuum cannot be perceived or measured directly since it appears to be empty, in fact it is filled with potentiality



within the quantum vacuum, pairs of virtual matter and anti−matter particles are continually created and destroyed, borrowing their mass/energy by the uncertainity principle. They do not exist as observable entities, but their existence is exerted on other particles as a subtle pressure (called the Casimir effect)

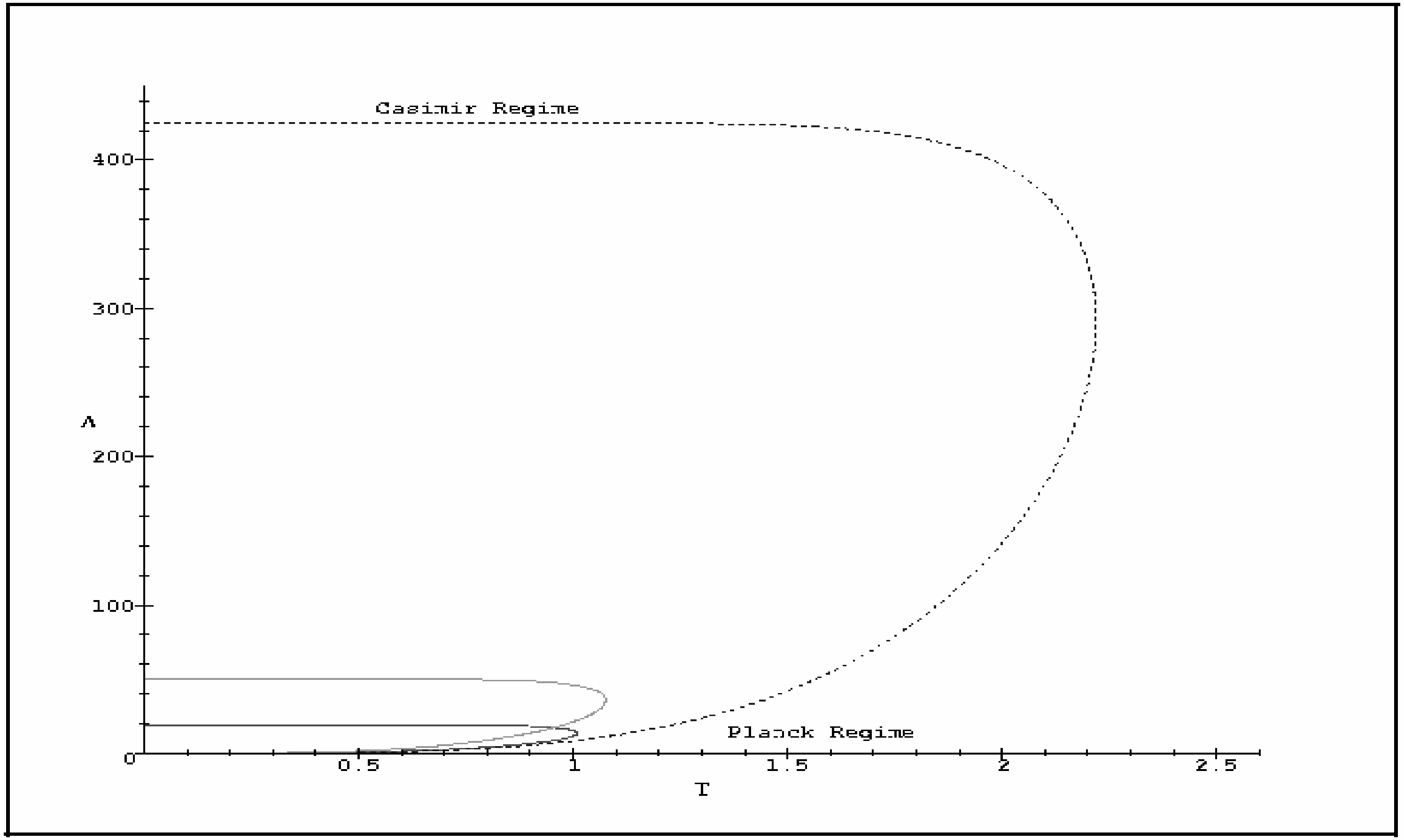
- دراسة ظاهرة كازميرفي الفضاءات المحدبة

تقوم الفكرة على حساب القيمة المتوقعة لممتد الطاقة-الزخم في فضاءات محدبة.

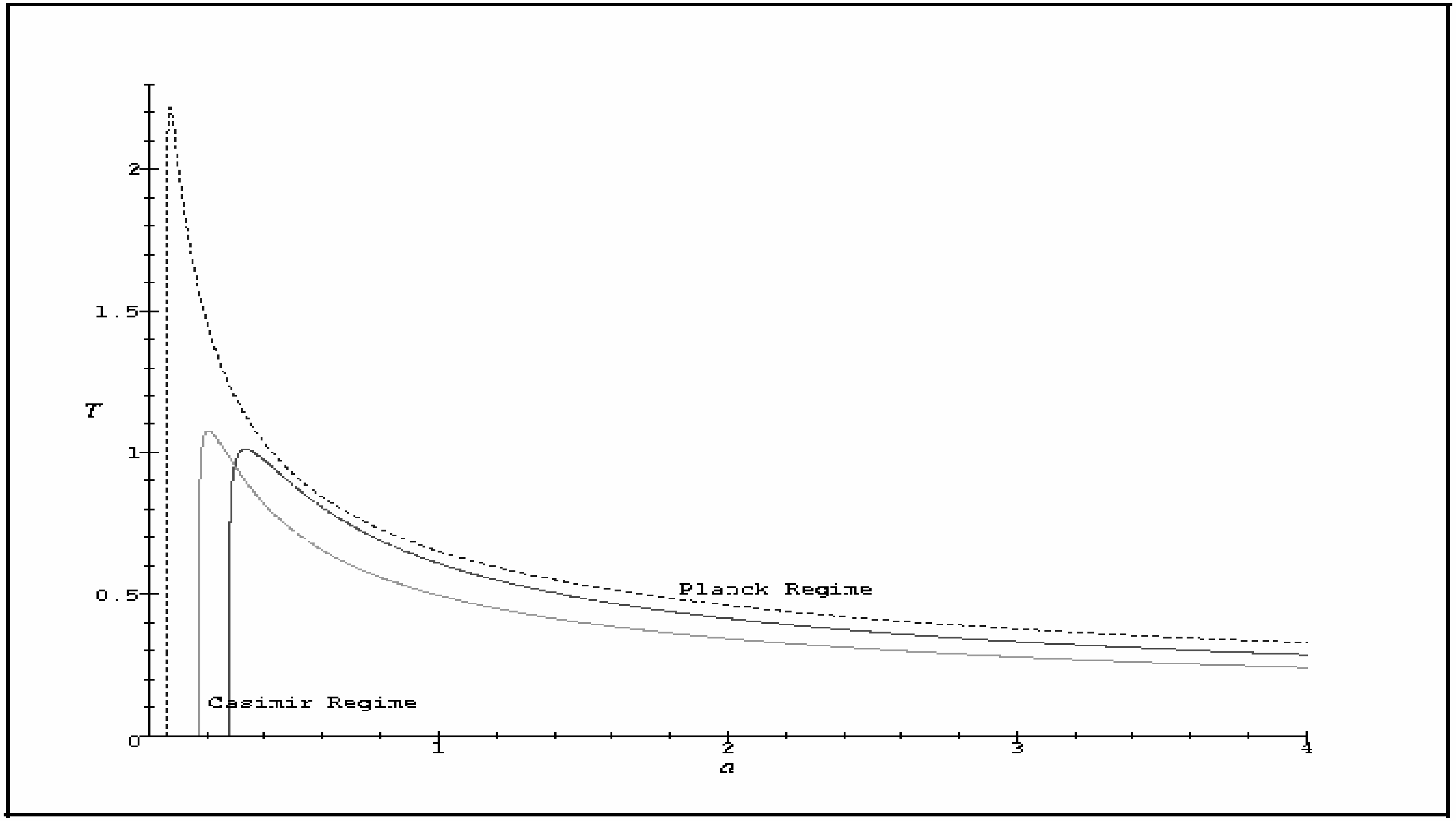
تحدب الزمكان يؤدي إلى خلق طاقة موجبة . هذه الطاقة تتفاعل ارتدادياً مع هندسة الزمكان الأولى وتعمل على تطويرها من خلال عملية التفاعل الردي Back-reaction.

أجريتُ مع زملاء لي الدراسات في فضاء آينشتين السكوني ومع طلبتي لاحقاً في فضاء روبرتسون-والكر الحركي.

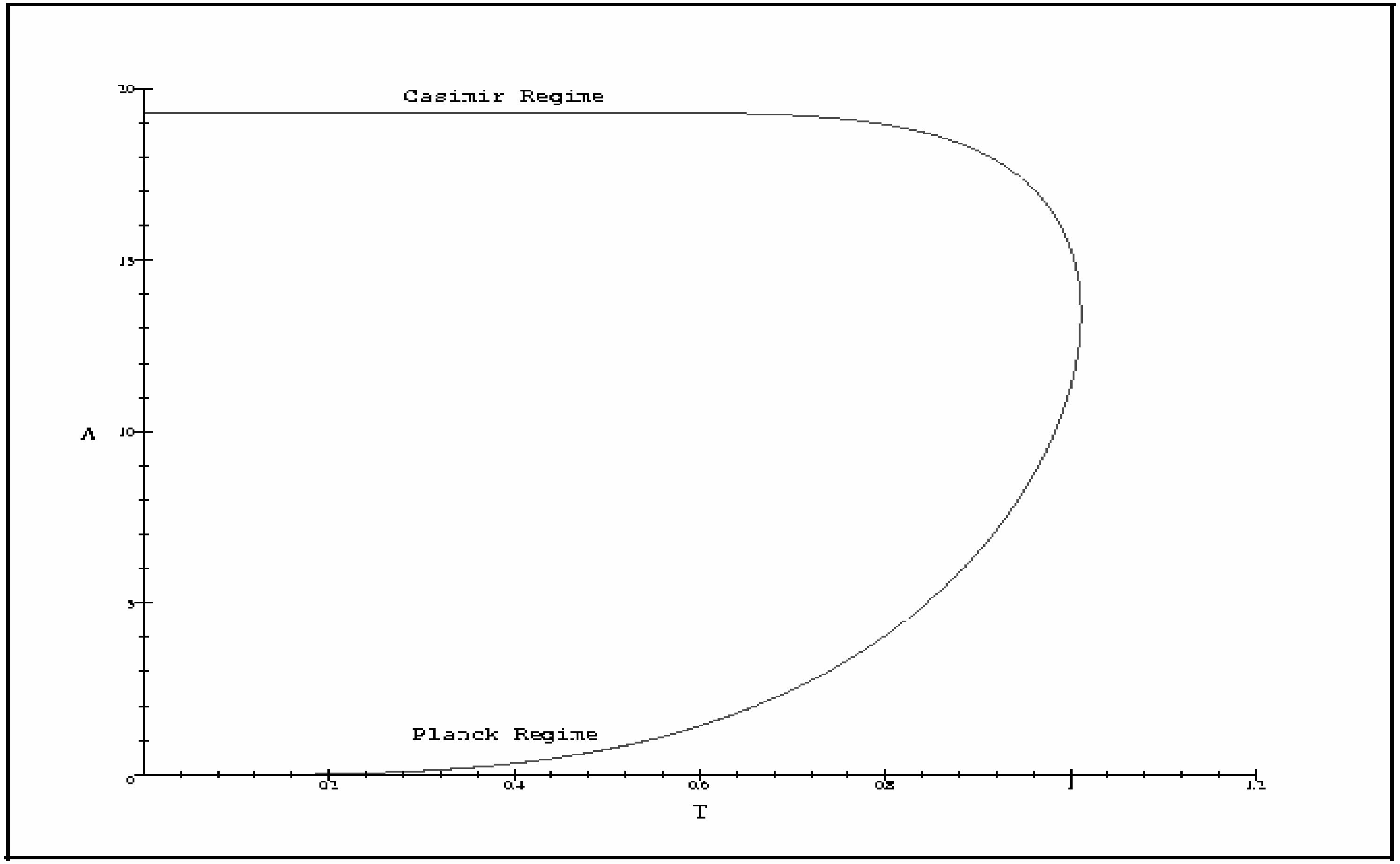
λ for Scalars, Neutrinos and Photons



T-a for conformal scalars, neutrinos, and the photons



λ for conformal scalar



The Back reaction problem

PHYSICAL REVIEW D, VOLUME 65, 044028

Back reaction of quantum fields in an Einstein universe

M. B. Altaie*
Department of Physics, Yarmouk University, Irbid, Jordan
(Received 31 May 2001; published 28 January 2002)

I study the back-reaction effect of the finite-temperature massless scalar field and the photon field in the background of the static Einstein universe. In each case I find a relation between the temperature of the universe and its radius. This relation exhibits a minimum radius below which no self-consistent solution for the Einstein field equation can be found. A maximum temperature marks the transition from the vacuum dominated era to the radiation dominated era. An interpretation of this behavior in terms of Bose-Einstein condensation in the case of the scalar field is given.

DOI: 10.1103/PhysRevD.65.044028 PACS number(s): 04.62.+v

I. INTRODUCTION

Many authors have investigated the behavior of quantum fields in curved spacetimes (for a thorough in-depth review see Ref. [1]). These investigations came in an endeavor to understand the origin of the universe and the creation of matter, presumably, out of an arbitrary state of nothing (the vacuum). The subject was initiated by the discovery of Penzias and Wilson [2] of the microwave background radiation, where it was observed that the galaxies swim in a global cold bath at about 2.73 K. The source of this radiation was found to be cosmic; therefore, it was called the cosmic microwave background (CMB) radiation. This radiation was found to be isotropic over a large angular scale of observation, and it has a Planck spectrum for a radiating blackbody at about 2.73 K.

The discovery of the CMB revived the theory of the hot origin of the universe (the big-bang model) which was worked out in the late 1940s by Gamow and his collaborators. The most refined analysis along this line predicted a cosmic background radiation at a temperature of about 5 K (for a concise recent review of the subject see Ref. [3]). Therefore the Penzias-Wilson discovery was considered a good verification of what was called the big bang model. However, since the Gamow model started with the universe at the times when the temperature was about 10^{12} K, the new interest in the origin of the universe sought much earlier times at much higher temperatures. The new interest arose in studying the state of the universe in the period from near the Planck time ($\sim 10^{-44}$ s) to the grand unification time ($\sim 10^{-35}$ s). This is the era when quantum effects played a decisive role in the subsequent developments of the universe, and it is also the era when particle processes could have left permanent imprints on the content of the universe.

The works dealing with this question started by the mid 1970s when matter fields were brought into connection with spacetime curvature through the calculation of the vacuum expectation value of the energy-momentum tensor $\langle 0|T_{\mu\nu}|0\rangle$ [4–8]. The motivations for studying this quantity stems from the fact that $T_{\mu\nu}$ is a local quantity that can be defined at a specific spacetime point, contrary to the particle concept which is global. The energy-momentum tensor also acts as a source of gravity in the Einstein field equations, therefore $\langle 0|T_{\mu\nu}|0\rangle$ plays an important role in any attempt to model a self-consistent dynamics involving the classical gravitational field coupled to the quantized matter fields. So, once $\langle 0|T_{\mu\nu}|0\rangle$ is calculated in a specified background geometry, we can substitute it on the right-hand side (RHS) of the Einstein field equation and demand self-consistency, i.e.,

$$R_{\mu\nu}-\tfrac{1}{2}g_{\mu\nu}R=-8\pi\langle 0|T_{\mu\nu}|0\rangle, \qquad (1)$$

where $R_{\mu\nu}$ is the Ricci tensor, $g_{\mu\nu}$ is the metric tensor, and R is the scalar curvature.

The solution of Eq. (1) will determine the development of the spacetime in presence of the given matter field, for which $|0\rangle$ can be unambiguously defined. This is known as the "back-reaction problem." It is interesting to perform the calculation of $\langle 0|T_{\mu\nu}|0\rangle$ in Friedmann-Robertson-Walker (FRW) models because the real universe is, more or less, a sophisticated form of the Friedmann models. However, the time dependence of the spacetime metric generally creates unsolvable fundamental problems. One such problem was the definition of vacuum in a time-dependent background [9]; a time-dependent background is eligible for producing particles continuously, therefore, pure vacuum states in the Minkowskian sense do not exist. Also an investigation into the thermodynamics of a time-dependent system lacks the proper definition of thermal equilibrium, which is a basic necessity for studying finite-temperature field theory in curved backgrounds [10].

Of all the available solutions of the Einstein field equations, the static Einstein universe stands above the two fundamental challenges. First, being static, the Einstein universe leaves no ambiguity in defining the vacuum both locally and globally [1]. The same feature also allows for thermal equilibrium to be defined unambiguously. Furthermore, the Einstein static metric is conformal to all Robertson-Walker metrics, and it was shown by Kennedy [10] that thermal Green's functions for the static Einstein universe and the time-dependent Robertson-Walker universe are conformally related, hence deducing a (one-to-one) correspondence between the vacuum and the many particle states of both

*Electronic address: maltaie@yu.edu.jo

0556-2821/2002/65(4)/044028(7)/$20.00 65 044028-1

وجدنا النتائج التالية

- انبثاق الكون من العدم بطاقة موجبة في حيز ضيق جداً(10^{-35}سم). لاوجود للتفردية!!!
- درجة الحرارة عند ولادة الكون هي 10^{32} كلفن.
- حرارة الكون عندما يكون نصف قطره 10^{30} سم تصبح 2.7كلفن.
- الكون هو في حالة الكثافة الحرجة منذ ولادته. حل مشكلة الانبساط.

خلاصة نموذجنا

- ولادة الطاقة الأولى من خلال اضطرابات العدم عبر ظاهرة كازمير.
- تصاعد الطاقة بشكل هائل خلال زمن صغير جداً لعدم وجود امتصاص وانبعاث بل توليد فقط. لا يوجد توازن حراري.
- تكاثف الطاقة إلى جسيمات ثقيلة عبر ظاهرة تكاثف بوز-آينشتاين. BEC وحصول التوازن الحراري من خلال تبادل الطاقة بين الجسيمات والفوتونات وولادة قانون بلانك.
- بدء تشغيل سيناريو جامو وجماعته وحتى الآن.

النموذج الجديد لا يعاني من أية مشاكل تقليدية كتلك التي عانت منها نظرية الانفجار العظيم التقليدية. لذا فإننا لسنا بحاجة إلى افتراض حصول تضخم مفاجيء.

هل بقيت لدينا مشاكل؟
بالتأكيد فالعلم لا ينتهي!

- كيف ولماذا حصل التحدب الزمكاني الأول؟
- كيف تمايزت الجسيمات المخلوقة؟ هيكز وما قبل الهيكز؟
- كيف ولد البرم Spin ولماذا جاء على هذه الصورة؟
- ماهي الشحنة الكهربائية وهل لها علاقة بالكتلة؟ لماذا لا نجد فوتوناً مشحوناً؟ (توحيد الجاذبية والكهرومغناطيسية!!)
- ما هو الزمن وهل يمكن تكميمه؟؟؟
- هل توجد قوة تثاقل تنافرية؟ هل توجد أمواج جاذبية؟
- ....؟.........!!؟......................؟؟؟؟