

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

نظرية البنیان السماوي تفسر ماهية الطاقة المظلمة

المهندس: أحمد الطحان

هـ: +963-988979414

Email: ahmadaltahan1975@gmail.com

ملخص:

نظرية البنيان اسماوي هي نظرية متممة لنظرية السائل الفلكي¹ التي تفسر ما يسمى بقوة الجاذبية. حيث تفسر هذه النظرية بعض صفات الطاقة المظلمة وماهيتها وكيفية انتقال وعبور الأمواج الكهرطيسية والضوء في الفضاء والمادة.

تعتمد في تفسيرها على ما يسمى بالطاقة المظلمة والتي تشكل وفقاً لتقديرات العلماء أكثر من 70% من الكتلة الكلية للكون، تتكون الطاقة المظلمة وفقاً لفرضيات هذه النظرية من نسيج كوني ثلاثي الأبعاد من الجسيمات اللاذرية المترابطة مع بعضها البعض، تنتشر في جميع أرجاء الكون.

يتميز هذا النسيج بالمرونة الفائقة لذلك فهو قادر على حمل الأمواج الكهرطيسية إلى مسافات كبيرة جداً دون أن تتخامد، والتخامد الذي يحصل لهذه الأمواج ناتج عن الإعاقة التي تسببها ذرات المادة التي تتكون منها الأجرام السماوية.

الكلمات المفتاحية:

- 1- النسيج الكوني (نسيج الطاقة المظلمة)،
- 2- فقاعات الطاقة المظلمة،
- 3- جسيمات السائل الفلكي
- 5- التوسع الكوني
- 6- عدسة الجاذبية

رقم الصفحة	المحتويات	
4	<u>مقدمة تاريخية</u>	1
8	<u>نظرية البنيان السماوي</u>	2
8	<u>الفرضية الأولى: بنية نسيج الطاقة المظلمة</u>	1-2
8	<u>الفرضية الثانية: نشأة نسيج الطاقة المظلمة</u>	2-2
9	<u>الفرضية الثالثة: حركة نسيج الطاقة المظلمة</u>	3-2
11	<u>الفرضية الرابعة: صفات نسيج الطاقة المظلمة</u>	4-2
14	<u>الأدلة والبراهين على صحة النظرية</u>	3
14	<u>التوسع الكوني</u>	1-3
17	<u>توافق النظرية مع بيانات WMAP</u>	2-3
21	<u>الضوء والأمواج الكهرومغناطيسية</u>	3-3
21	<u>الأسباب الحقيقية لثبات سرعة الضوء</u>	1-3-3
21	<u>هل تجربة ميكلسون ومورلي تنفي صحة نظرية البنيان السماوي أم تؤكدها؟</u>	1-1-3-3
	<u>تجربة بول مارميت</u>	2-1-3-3
	<u>خواص الضوء (الأمواج الكهرومغناطيسية):</u>	2-3-3
25	<u>النسيج الكوني وسط مناسب جداً لحمل الأمواج الكهرومغناطيسية</u>	1-2-3-3
34	<u>خاصية التداخل</u>	2-2-3-3
38	<u>الخاصية الكمية للضوء</u>	3-2-3-3
40	<u>عدسة الجاذبية</u>	4-2-3-3
43	<u>الاستنتاجات</u>	4
	<u>المراجع العلمية:</u>	

1- مقدمة تاريخية:

ظهر أول دليل مباشر على وجود قوةٍ مجهولة تدفع توسُّع الكون إلى التسارع في عام 1998، من خلال دراستين منفصلتين تدرسان الانفجارات النجمية العظيمة، ومنذ ذلك الحين، أُكِّد عددٌ كبير من الدراسات الأخرى وجود هذه القوة، التي تُسمَّى الطاقة المظلمة.

في علم الكونيات الفيزيائي وعلم الفلك، الطاقة المظلمة هي شكل غير معروف من الطاقة التي تؤثر على الكون على أكبر المقاييس. تأثيرها الأساسي (المثبت والمعروف علمياً) هو دفع التوسع المتسارع للكون. بافتراض أن نموذج لامدا-CDM لعلم الكون صحيح⁶، فإن الطاقة المظلمة هي العنصر المهيمن في الكون، حيث تساهم بنسبة 68% من إجمالي الطاقة في الكون المرئي في الوقت الحاضر بينما تساهم المادة المظلمة والمادة العادية (الباريونية) 26% و 5% على التوالي^{7,8,9,10}، كثافة الطاقة المظلمة منخفضة جداً: $10 \times 7 \times 10^{-30}$ جم/سم³ ($10 \times 6 \times 10^{-10}$ جول/م³ على شكل طاقة الكتلة)، أقل بكثير من كثافة المادة العادية أو المادة المظلمة داخل المجرات. ومع ذلك، فهو يهيمن على محتوى الكتلة والطاقة في الكون لأنه شبه موحد عبر الفضاء. أول دليل رصدي لوجود الطاقة المظلمة جاء من قياسات المستعرات الأعظم. المستعرات الأعظم من النوع A1 لها لمعان ثابت، مما يعني أنه يمكن استخدامها كمقاييس دقيقة للمسافة. مقارنة هذه المسافة مع الانزياح نحو الأحمر (الذي يقيس السرعة التي يتراجع بها المستعر الأعظم) يظهر أن توسع الكون يتسارع. قبل هذه الملاحظة، اعتقد العلماء أن جاذبية المادة والطاقة في الكون ستؤدي إلى تباطؤ توسع الكون بمرور الوقت. منذ اكتشاف التوسع المتسارع، تم اكتشاف العديد من الأدلة المستقلة التي تدعم وجود الطاقة المظلمة.

تظل الطبيعة الدقيقة للطاقة المظلمة لغزاً، وتكثر التفسيرات والنظريات المفسرة لها، ولعل أهم هذه النظريات (لدى العلماء في الوقت الحالي) هي: أ- الثابت الكوني^{11, 12} (الذي يمثل كثافة طاقة ثابتة تملأ الفضاء بشكل متجانس)، ويمثل عادةً بالحرف اليوناني Λ (لامدا، ومن هنا جاء اسم نموذج Lambda-CDM). وتسمى أحياناً طاقة الفراغ لأنها تمثل كثافة طاقة الفضاء الفارغ

ب-المجالات العددية (الكميات الديناميكية التي لها كثافات طاقة تختلف في الزمان والمكان) مثل الجوهـر أو المعامل. يكون التسارع الملحوظ لعامل القياس ناتجاً عن الطاقة الكامنة للمجال الديناميكي، والذي يشار إليه باسم حقل الجوهـر. ويختلف الجوهـر عن الثابت الكوني من حيث أنه يمكن أن يتغير في المكان والزمان. ولكي لا تتكـثر وتشكل بنية مثل المادة، يجب أن يكون المجال خفيفاً جداً بحيث يكون له طول موجة كومبتون كبير.

ج- تفاعل الطاقة المظلمة: تحاول هذه الفئة من النظريات التوصل إلى نظرية شاملة لكل من المادة المظلمة والطاقة المظلمة كظاهرة واحدة تعدل قوانين الجاذبية على مستويات مختلفة. يمكن افتراض أن المادة المظلمة الباردة تـضمحل إلى طاقة مظلمة¹⁷. هناك فئة أخرى من النظريات التي توحد المادة المظلمة والطاقة المظلمة يُقترح أنها نظريات متغيرة للجاذبية المعدلة. يمكن للطاقة المظلمة من حيث المبدأ أن تتفاعل ليس فقط مع بقية القطاع المظلم، ولكن أيضاً مع المادة العادية.

د- التأثير الرصدي:

تهدف بعض بدائل الطاقة المظلمة، مثل علم الكونيات غير المتجانس، إلى تفسير بيانات الرصد من خلال استخدام أكثر دقة للنظريات الراسخة. في هذا السيناريو، الطاقة المظلمة غير موجودة فعلياً، وهي مجرد أثر يستخدم للقياس. على سبيل المثال، إذا كنا موجودين في منطقة خالية وسط الفضاء، فمن الممكن أن يتم الخلط بين معدل التوسع الكوني المرصود وبين التغير في الوقت أو التسارع¹⁸.

19، 20، 21

عموماً لم تحظ تفسيرات الشك الرصدي للطاقة المظلمة باهتمام كبير بين علماء الكون وتم دحضها.

وهذه أهم النظريات التي تتعلق بالطاقة المظلمة ويمكن عبر الموقع

(https://en.wikipedia.org/wiki/Dark_energy) التوسع أكثر في هذا المجال.

إن طبيعة الطاقة المظلمة وفقاً لتلك النظريات هي طبيعة افتراضية، وتبقى أشياء كثيرة عنها في عالم التكهنات.

نلاحظ أن جميع النظريات السابقة تركز على نقاط معينة وصفات معينة تتمتع بها الطاقة المظلمة ولعل بعض هذه الصفات يكون صحيح، إلا أنها لا تصف ماهية الطاقة المظلمة وصفاتها الفيزيائية وهي بذلك تكون أقرب إلى الشبح، يُعتقد أن الطاقة المظلمة متجانسة للغاية وليست كثيفة، حيث تقدر كثافتها بحوالي 10×7^{-27} كجم/م³ - فمن غير المرجح أن يكون قابلاً للاكتشاف في التجارب العملية. السبب الذي يجعل الطاقة المظلمة لها مثل هذا التأثير العميق على الكون، أنها تشكل 68% من الكتلة الكلية الكونية على الرغم من كثافتها القليلة للغاية، حيث يُعتقد أنها تملأ الفضاء الفارغ بشكل موحد.

وتتميز نظرية البنين السماوي على أنها تركز على بنية الطاقة المظلمة وتصفها وصفاً دقيقاً وتشرح كيفية حركتها، وعلى الرغم من أن النظريات السابقة تعترف بانتشار الطاقة المظلمة في جميع أرجاء الكون فهي لا توضح أي علاقة بينها وبين ذرات المادة العادية وكيفية تفاعلها معها أو علاقتها مع الأمواج الكهرومغناطيسية أو الحقول الكهربائية أو المغناطيسية، أو كيفية تفاعلها مع المادة المظلمة أيضاً. بينما توضح نظرية البنين السماوي هذه العلاقة، كما تقوم نظرية البنين الذري التي سيتم نشرها لاحقاً بوصف علاقة الطاقة المظلمة مع ذرات المادة.

إن كل من نظرية السائل الفلكي ونظرية البنين السماوي (ونظرية البنين الذري لاحقاً) تضع المبادئ الأساسية للفيزياء الحديثة، وسنرى كيف استطاعت هذه النظريات أن تتوافق بشكل كامل مع الملاحظات الكونية وهي بنفس الوقت تعتمد على التفسيرات المنطقية، بعيداً عن التفسيرات التخيلية التي لا تمت إلى المنطق بأي صلة كما هو الحال في النظريات المعتمدة حالياً.

إن المادة المرئية والمرصودة من قبل العلماء لا تشكل سوى حوالي 5% فقط من المجموع الكلي للمادة في الكون و95% من المادة التي تشكل كل من المادة المظلمة والطاقة المظلمة تم تجاهلها وعدم إعطائها الاهتمام المناسب لها مما يضع قيود قوية في وجه تطور البشرية ويبطئ حركة التقدم العلمي في السيطرة على الطبيعة والتحكم بها.

نحن نرى بأم أعيننا كيف أن المادة العادية (الذرية) استطاعت أن تتشكل بعدة أشكال (غاز، مائع، صلب) فما المانع أن تكون الجسيمات اللاذرية مثلها مثل المادة الذرية يمكنها أن تتشكل بعدة أشكال أيضاً.

بل إن المنطق العقلي يرجح هذا الأمر وخاصة إذا كانت هذه الفرضيات تتوافق مع الواقع ومع المظاهر الفلكية كما سنرى لاحقاً

2- نظرية البنيان السماوي:

تتألف نظرية البنيان السماوي من ثلاث فرضيات على النحو التالي:

2-1- الفرضية الأولى: بنية نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني):

تتكون ما تسمى بالطاقة المظلمة من نسيج ثلاثي الأبعاد من الجسيمات اللاذرية مشكلاً ما يشبه الغشاء، يتكور هذا الغشاء إلى أشكال هندسية مشكلاً ما يشبه فقاعات الصابون المتجمعة والمتلاصقة مع بعضها البعض والتي تملأ الكون بأثره (تملاً الفضاء الواسع ما بين المجرات وداخلها وحتى أنها تتخلل الأجرام السماوية والمادة وداخل الذرات التي يتكون منها الكون) وسأطلق على هذا النسيج العظيم الذي يملأ الكون إسم **النسيج الكوني**.



الشكل (1): يبين شكل فقاعات صابون مشابهة للشكل الافتراضي لفقاعات **النسيج الكوني** (ن ك)

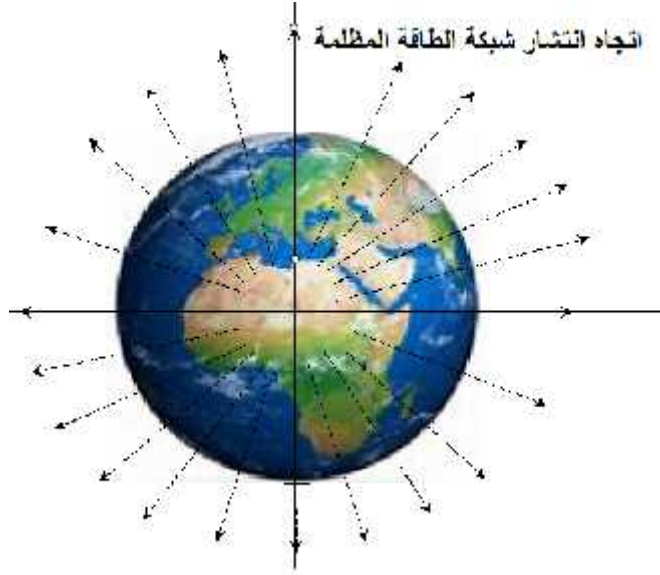
يكون هذا الغشاء ذو ثخانة ضعيفة جداً جداً من مضاعفات قطر الوند المشكل لها وتكون خيوط الوند متشابكة مع بعضها بطريقة هندسية معينة لتشكل أغشية الفقاعات المتجمعة، ويكون قطر الوند الذي تتكون منه الشبكة صغير جداً من مرتبة طول بلانك.

2-2- الفرضية الثانية: منشأ النسيج الكوني (ن ك)

ينشأ نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) عندما تتفاعل جسيمات السائل الفلكي (المادة المظلمة) داخل الأجرام السماوية مع ذرات المادة التي تتكون منها هذه الأجرام، فعندما تتصادم جسيمات السائل الفلكي مع الذرات التي تتكون منها الأجرام السماوية تتفاعل معها، (وسيتم شرح بعض أشكال هذا التفاعل في نظرية البنيان الذري)، لتصبح قادرة على أن تترابط هذه الجسيمات مع بعضها البعض على شكل غشاء، هذا الغشاء يشكل ما يسمى بالنسيج الكوني (ن ك) يتكور على شكل خلايا أو فقاعات، وينتشر ويتوسع في الفضاء الكوني.

2-3- الفرضية الثالثة: حركة النسيج الكوني

إن حركة النسيج الكوني حركة معقدة ولكنها تتكون من ثلاث حركات رئيسية على الأقل:
أ- بما أن التحول من المادة المظلمة إلى الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) غالباً ما يتم داخل الأجرام السماوية فهذا يعني أن الأجرام السماوية (كواكب، نجوم، ثقوب سوداء، ...) تعتبر ماصات للمادة المظلمة (كما رأينا في نظرية السائل الفلكي) ومولدات للطاقة المظلمة، يكون تدفق الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) الرئيسي من مركز الجرم السماوي ونحو الخارج بعكس التوجه الرئيسي للمادة المظلمة الذي يكون باتجاه مركز الجرم السماوي.

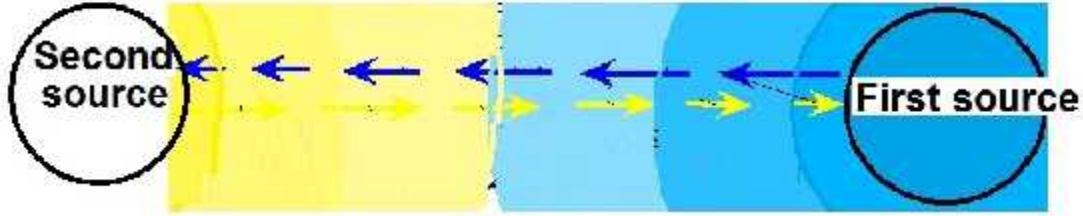


الشكل (2): يبين اتجاه تدفق النسيج الكوني بالنسبة لسطح الأرض (وهو شاقولي نحو الأعلى)

وبما أن النسيج الكوني (ن ك) ينبع من الأجرام السماوية فهو سيكتسب حركتها أي أنه بالإضافة إلى الحركة الشاقولية باتجاه الأعلى السابقة الذكر فإن (ن ك) سيكتسب الحركات الدورانية التي يدورها الجرم السماوي (فعلى سبيل المثال فإن (ن ك) الناتج عن الأرض سيدور مع دوران الأرض حول نفسها ومع دورانها حول الشمس ومع دورانها حول مركز مجرة درب التبانة بالإضافة إلى تدفقه الشاقولي نحو الأعلى)

ب- إن النسيج الكوني وفقاً للفرضية الأولى يتكون من فقاعات الطاقة المظلمة المتلاصقة مع بعضها البعض والتي تنزلق على بعضها البعض كما تنزلق جزيئات المائع على بعضها البعض، لذلك عندما تتداخل الفقاعات الناتجة عن منبعين (مثل الشمس والأرض) تتناقص كثافة الفقاعات الناتجة عن أحد المنبعين (على الخط الواصل بين المنبعين) كلما ابتعدنا عن هذا المنبع وتزداد كثافة وضغط الفقاعات الناتجة عن المنبع الثاني ويتعين مقدار التدفق من أحد المنبعين حسب قيمة الضغط الناتج من كل منبع

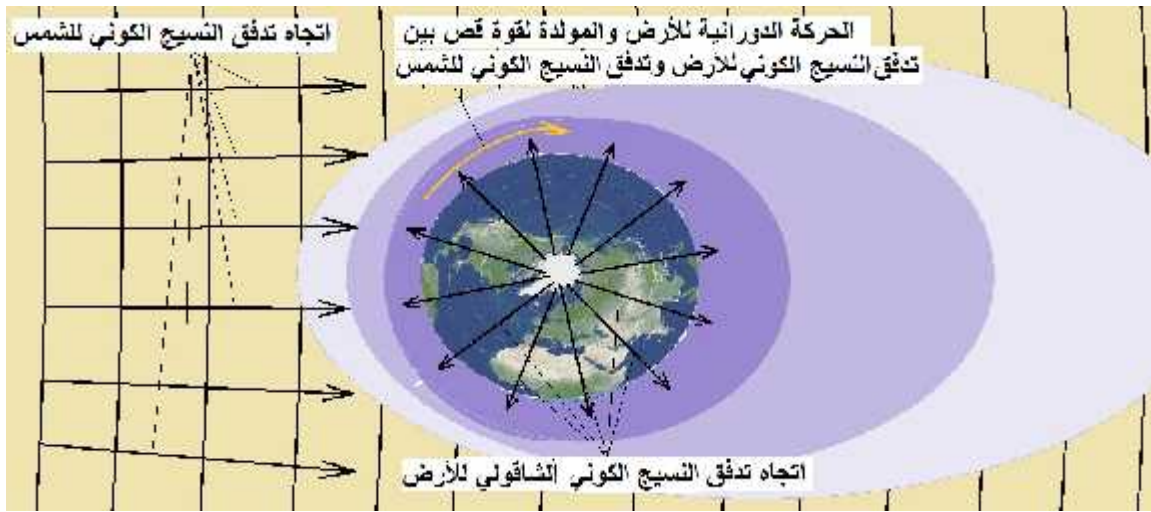
في المنطقة المحصورة بين منبعين تتناقص فيها كثافة الفقاعات الناتجة عن أحد المنبعين كلما ابتعدنا عن هذا المنبع واقتراباً من المنبع الثاني مع زيادة كثافة وضغط الفقاعات الناتجة عن المنبع الثاني



الشكل (3): يبين تغيرات الكثافة والضغط لفقاعات الطاقة المظلمة بين منبعين للفقاعات

وأما في الإتجاه الذي لا يكون فيه منبع قريب فأيضاً تتناقص الكثافة الناتجة عن هذا المنبع والضغط تدريجياً ولكن بشكل أبطأ، إن تدرج ضغط فقاعات الطاقة المظلمة هو ما نسميه الحقل الكهربائي

ج- حركة دورانية إعصارية: تتشكل عند تداخل فقاعات ناتجة عن منبعين (كما في المثال السابق) مع حركة دورانية لأحد المنبعين بالنسبة للمنبع الآخر مما يسبب نشوء دوامات إعصارية، هذه الدوامات الإعصارية هي ما نسميها خطوط الحقل المغناطيسي، أي أن الحقول المغناطيسية ناتجة عن حركة قص لمنبع ما من منابع فقاعات الطاقة المظلمة



الشكل (4): يبين منطقة تشكل اجهادات القص بين النسيج الكوني للأرض كمنبع يدور مع التوجه العام للنسيج الكوني للشمس

2-4-4- الفرضية الرابعة: صفات النسيج الكوني:

2-4-4-1- يمكن لأي شحنة كهربائية متحركة أن تسبب اهتزاز وأمواج في هذا النسيج (سيتم شرح الآلية في نظرية البنين الذري)

2-4-4-2- يمتلك هذا النسيج معامل مرونة عالي جداً (مثالي) بحيث أن الامواج التي يحملها لا تتخامد.

يحدث تخامد لهذه الأمواج في حالتين فقط عند الانتشار بشكل كروي وبالتالي يزداد سطح الموجة مما يؤدي لتناقص في الشدة، أو عندما تخترق هذه الأمواج ذرات المواد التي تتكون منها الأجرام السماوية فتسبب تلك الذرات بعض الإعاقة لتلك الأمواج.

2-4-4-3- يمتلك النسيج الكوني (ن ك) بنية معقدة جداً حيث تتكون الفقاعات التي تشكل الخلية الأساسية لهذا النسيج (وهي ذات قطر مجهول) من أوتاد ذات متانة عالية جداً إذا ما قورنت بقطر الوند، هذه المتانة تمنحها بنية (تشابه إلى حد ما بنية المادة الصلبة من ناحية المتانة) وتكون الأوتاد على شكل خيوط متشابكة، إن قطر هذا الوند من مرتبة طول بلانك (p) 1.6162×10^{-35} متر، مع العلم أن قطر البروتون التقديري يساوي إلى 1.754×10^{-15} متر أي أن قطر الوند المكون للنسيج الكوني أصغر بحوالي 1.085×10^{20} مرة.

إن البنية الداخلية ذات المتانة العالية نسبياً للفقاعة هي السبب في قدرتها على حمل الأمواج الكهرطيسية، (تكون تلك الأمواج على شكل أمواج عرضية ولا يمكن أن تتشكل الأمواج العرضية إلا إذا كانت قوى الترابط بين الجسيمات قوية ومتمينة)، على الرغم من أن الفقاعات فيما بينها تنزلق على بعضها البعض مما يسمح لها بمرونة الحركة والقدرة على التداخل مع الفقاعات الناتجة عن عدة منابع.

2-4-4-4- يكون النسيج الكوني (ن ك) مستمر ولا يوجد فيه انقطاعات أو فراغات أبداً على كامل الكون وتكون فقاعات الطاقة المظلمة متلاصقة ومستمرة ومضغوطة وعند حدوث أي انقطاع يتم ترميم هذا الإنقطاع آنياً بسبب الضغط المطبق على الفقاعات.

2-4-4-5- على الرغم من متانتها العالية إلا أن الإلكترونات ونوى الذرات تستطيع تحطيمها بسهولة وذلك بسبب أن قطر الوند صغير جداً بالمقارنة مع نوى الذرات أو حتى مع الالكترونات وكذلك فإن كتلة البروتون أو حتى الإلكترون أكبر كثيراً من كتلة الجسيمات التي يتكون منها الوند الذي يشكل النسيج الكوني. وللايضاح أكثر فلو فرضنا أننا ضاعفنا قطر أوتاد النسيج الكوني حتى أصبحت تساوي قطر خيط العنكبوت والذي يساوي حوالي $3\mu\text{m}$ فإن قطر البروتون يصبح إذا ضاعفناه بنفس النسبة 1.78×10^5 متر = 178 كيلو متر أي بحجم كويكب.

هذا يعني أنه إذا ما تقاطعت خيوط أو أوتاد النسيج الكوني مع بروتون فإنها ستتحطم وتتفكك تلك الأوتاد عن بعضها البعض دون أن يكون لها أي تأثير ملحوظ على البروتون أو على حركته على الرغم من المتانة العالية نسبياً التي تتمتع بها تلك الأوتاد.

2-4-4-6- احتمالية تصادم جسيمات السائل الفلكي مع خيوط وأوتاد الطاقة المظلمة واردة ولكنها ضعيفة وتكاد تكون معدومة، يشبه هذا إلى حد ما ضرب كرة قدم بشكل عشوائي في ملعب كبير جداً واحتمال اصطدام هذه الكرة بحبل يتم تعليقه في أحد زوايا هذا الملعب، إن احتمال حدوث هذا الاصطدام أكبر بكثير من احتمال اصطدام جسيمات السائل الفلكي بـ النسيج الكوني.

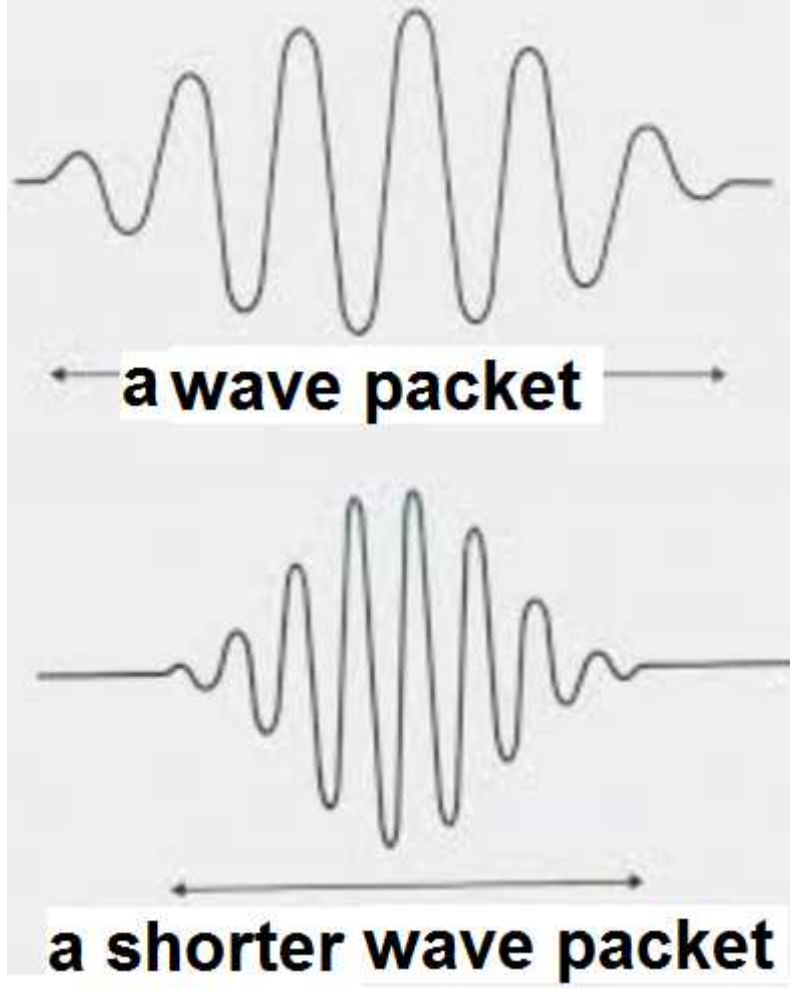
2-4-4-7- تعتبر الأجرام السماوية منابع للنسيج الكوني وتتوقف سرعة تدفق هذا النسيج على سطح الجرم السماوي على كتلة الجرم السماوي فكلما كانت كتلته أكبر كانت سرعة تدفق النسيج عند سطح الجرم أكبر. وتتجه عمودياً على السطح ونحو الأعلى أي بشكل معاكس لقوة الثقل إلا أن القوة الموجهة للأعلى والناجمة عنها ضعيفة جداً ولا تقارن بقوة الثقل وذلك لأن سرعة تدفق النسيج الكوني على سطح الجرم السماوي أصغر بكثير من سرعة جسيمات السائل الفلكي (التي سرعتها تساوي سرعة الضوء تقريباً).

2-4-8- يدفع النسيج الكوني الأجرام السماوية للتباعد عن بعضها البعض ولكن محصلة قوى الجذب الناتجة عن جسيمات السائل الفلكي تكون أكبر وتتغلب عليها، إلا أن تأثيرها يكون واضحاً عندما تكون المسافات كبيرة جداً كالمسافة بين المجرات حيث تضعف قوى الجذب الناتجة عن جسيمات السائل الفلكي وتظهر بشكل واضح في هذا التباعد للمجرات والتي تعتبر السبب الرئيسي في التوسع الكوني، يوضح الشكل (6) في الفقرة التالية آلية هذا التباعد.

2-4-9- تتشكل الحقول المغناطيسية حيثما تواجدت اجهادات قص ناتجة عن دوران منبع للنسيج ضمن النسيج الكوني الرئيسي، وسيتم شرح كيفية توليد الحقول الكهربائية والمغناطيسية لاحقاً

2-4-10- إن سرعة انتشار الأمواج الكهرطيسية (أي سرعة انتشار انضغاط أو إجهاد قص) في النسيج الكوني تساوي سرعة الضوء.

2-4-11- يعتبر الضوء وفقاً لهذه النظرية عبارة عن حزم من الأمواج الكهرطيسية ضمن مجال معين من الترددات تطلقها بعض أنواع الجسيمات ضمن ذرات المواد (الإلكترون أو البروتون) ضمن النسيج الكوني على شكل كمات (قطار أمواج كما في الشكل (5))، تعبر هذه الكمات من خلال فقاعات الطاقة المظلمة وتنتقل من فقاعة لأخرى وتحافظ على اتجاهها، حيث في الترددات العالية تمتص الفقاعة ذلك النطاق من الأمواج (الفوتون) ثم ترسله دون أي تأخير زمني (بشكل مشابه للتفاعلات المرنة التي تحدث بين الفوتونات الضوئية وذرات الغاز في الغلاف الجوي) مع المحافظة على اتجاه الفوتون الأساسي.



الشكل (5): يوضح شكل الفوتونات الضوئية التي تطلقها الذرات

2-4-12- تكون كثافة النسيج الكوني ثابتة بشكل عام في الكون إلا أنها ضمن الأوساط المادية تختلف باختلاف كثافة الوسط المادي، ودرجة حرارته، والكتلة الكلية للجرم السماوي الذي يتخلله النسيج الكوني، ويؤدي اختلاف الكثافة للنسيج الكوني إلى انكسار الأمواج الكهرومغناطيسية (والضوء)

3- الأدلة والبراهين على صحة النظرية:

3-1- التوسع الكوني:

يشكل التوسع الذي يشهده الكون تحدياً كبيراً أمام العلماء في العصر الحديث فقد جاء في مجلة نيتشر في 25 فبراير 2021 بقلم ديفيد كاستلفيتشي²² (يقترح علماء الكونيات أن هناك مادة غريبة تُعرف بالأثير قد تكون مسؤولةً عن تسريع توسع الكون. لكن الأدلة على وجودها ما زالت غير مؤكدة.

يقول بعض علماء الكونيات إنهم اكتشفوا علامات على وجود التواءٍ مثير للاهتمام في طريقة تحرك الضوء الأزلي عبر الكون، وإنَّ هذا الالتواء قد يقدم لنا معلوماتٍ عن طبيعة الطاقة المظلمة، تلك القوة الغامضة التي يبدو أنَّها تدفع الكون إلى التوسع بوتيرةٍ أسرع من ذي قبل.

لاحظ العلماء ظاهرة الالتواء هذه من خلال بيانات إشعاع الخلفية الكوني الميكروي التي جمعها تلسكوب بلانك الفضائي، ويقترحون أن ذلك الالتواء ومعه التسارع في وتيرة توسع الكون قد يكونان ناتجين عما يُعرف باسم 'الأثير' الكوني، وهي مادة غريبة تنتشر في الكون، مثل هذا الاكتشاف سيتطلب إجراء مراجعة جذرية للنظريات الحالية، في حين يُحذر الفيزيائيون من أن أدلته ما زالت غير مؤكدة، إذ إنَّها لا تفي بمستوى الثقة المطلوب المعروف باسم '5 sigma'، والذي يُستخدم لتحديد ما إذا كانت أي إشارة تُعد اكتشافاً أم لا، لكنَّ هذه الأدلة تؤكد أن تصور علم الكونيات الحديث عن محتويات الكون ما زال منقوصاً انتهى الاقتباس.

ظهر أول دليل مباشر على وجود قوةٍ مجهولة تدفع توسع الكون إلى التسارع في عام 1998، من خلال دراستين منفصلتين تدرسان الانفجارات النجمية العظيمة، ومنذ ذلك الحين، أُكِّد عددٌ كبير من الدراسات الأخرى وجود هذه القوة، التي تُسمى الطاقة المظلمة.

وكان التخمين الأول الذي ذهب إليه الباحثون، والذي ما زال النظرية المسيطرة في المجال، أنَّ الطاقة المظلمة هي خاصية متأصلة في الفضاء، ما يعني أنَّ كميتها في كل وحدة حجم من الفضاء هي كمية لا تتغير باعتبارها "ثابتاً كونياً"، لكنَّ بعض علماء الكونيات افترضوا أنَّ الطاقة المظلمة مكونة من شيءٍ مختلف تماماً، يسمونه بمجال العنصر الخامس، أو الأثير، وهو الاسم الذي أطلقه الفلاسفة الإغريقون القدامى على المادة غير المرئية التي اعتقد أنَّها تملأ كل الفضاء الفارغ في الكون.

في عام 1998 اقترح كارول اختبازًا تجريبيًا لفرضية الأثير، بناءً على التوقعات بأنه يغير كيفية انتشار الضوء في الفضاء، ثم جاء فريق بقيادة عالم الفيزياء النظرية مارك كاميونكاوسكي، الذي يعمل حاليًا في جامعة جونز هوكينز بمدينة بالتيمور في ولاية ميريلاند الأمريكية، وحسب هذا الفريق كيفية قياس هذا التأثير في إشعاع الخلفية الكوني الميكروي، ذلك الإشعاع الأزلي الذي غالبًا ما يوصف بأنه الوهج اللاحق للانفجار العظيم، واقترح الباحثون أنه سيتمكن رصد علامات وجود الأثير من خلال فحص خرائط الضوء المُستقطب على امتداد ذلك الإشعاع؛ إذ يتعرض الضوء للاستقطاب حين "يتذبذب" مجاله الكهربائي في اتجاه معين، وليس في اتجاه عشوائي، وتفيد النظرية بأن الأثير يلوي اتجاه الاستقطاب، بطريقة يمكن رصدها بدراسة استقطاب الضوء على امتداد السماء كلها. والآن، نجح في تلك المهمة اثنان من علماء الكونيات، هما يوتو مينامي، الباحث في منظمة بحوث المسرعات عالية الطاقة (KEK) بمدينة تسوكوبا اليابانية، وإيتشيرو كوماتسو، مدير معهد ماكس بلانك للفيزياء الفلكية في مدينة جارشينج الألمانية؛ إذ استطاعا رصد هذا النمط المميز لإشعاع الخلفية الكوني الميكروي في بيانات جمعتها بعثة بلانك التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية، والتي أنهت عملياتها في عام 2013.

كان الغرض الرئيسي لهذه البعثة هو رسم خريطة للاختلافات الطفيفة في درجة حرارة إشعاع الخلفية الكوني الميكروي عبر السماء، لكن البعثة قاست أيضًا استقطاب الإشعاع، واستطاع مينامي وكوماتسو رصد علامات على وجود الأثير باستخدام تقنية جديدة أفادا بتطويرها في عام 2019، على الرغم من أن نتائجهما كانت تختلف عن نتائج الفرق الأخرى التي لم تجد أي التواء عندما فحصت خرائط استقطاب الإشعاع، التي تتضمن خرائط بعثة بلانك، وفق قول سوزان ستاجز، عالمة الفيزياء في جامعة برينستون بمدينة نيوجيرسي الأمريكية، والتي يقيس فريقها إشعاع الخلفية الكوني الميكروي باستخدام تلسكوب أتاكاما الكوني في تشيلي، ويخطط هذا الفريق لتجربة تقنية مينامي وكوماتسو على بيانات تلسكوب أتاكاما.

يرى جورج إفستاثيرو، عالم الكونيات في جامعة كامبريدج بالمملكة المتحدة، والذي كان واحدًا من كبار علماء بعثة بلانك، أن الورقة البحثية الخاصة بهذا الكشف تمثل "تحليلًا رائعًا للغاية"، لكن التشويش في إشارات بعثة بلانك ربما يزيد من صعوبة فهمها وتفسيرها.

إن الفقرة السابقة يوجد منها نسخة عربية تليها نسخة انكليزية من مجلة نيتشر من الموقع

<https://www.nature.com/articles/d41586-020-03201-8>

على الرغم من أن المقالة لا تؤكد بشكل قاطع وجود الأثير فهي تشير إلى أن الدلالة الإحصائية للنتائج ضعيفة، إذ لا تتجاوز 2.5 سيجما، إلا أن الدلائل التي سنوردها لاحقاً ستدعم هذه الفرضية وتقويها، بالإضافة إلى أن وجود الأثير سوف يساعد في تفسير الكثير من الفرضيات الشبحية في العلم الحديث.

تداعيات كبرى

ويتفق كاميونكاوسكي مع ذلك قائلاً: "أرى أننا ينبغي أن ندرس هذه النتائج بحذر شديد قبل أن نفرط في تحمُّسنا إزاءها"، وأضاف أن وجود الأثير ستكون له تداعيات ليس على علم الكونيات فقط، بل على الفيزياء الأساسية أيضاً؛ فالنموذج القياسي لفيزياء الجسيمات لا يتوقع وجود ذلك الأثير بأي شكل.

شروعات أخرى يجري التخطيط لها أو تنفيذها حالياً، تهدف إلى رسم خريطة استقطاب إشعاع الخلفية الكوني الميكروي بدقة أكبر من ذي قبل، وستخضع فرضية الأثير لاختبار صارم، تشمل هذه المشروعات مرصد "سيمونز"، وهو تجربة أخرى لدراسة الإشعاع يجري التجهيز لها حالياً في صحراء أتاكاما، بالإضافة إلى المسبار الفضائي "لايت بيرد"، الذي تقود اليابان تنفيذه ويخطط لإطلاقه في السنوات القادمة.

وإذا تبين في النهاية أن الأثير هو تفسير مقبول لهذا الالتواء المرصود، فسيُفسر ذلك عن سلسلة من التداعيات تؤثر على أفضل ما لدينا من تقديرات لسمات الكون، تتضمن عمره، الذي قد يكون أصغر قليلاً من تلك القيمة التي قدرها علماء الكونيات بناءً على بيانات بعثة بلانك، والتي تبلغ 13.8 مليار سنة، ويمكن أن تُسهِم فرضية الأثير كذلك في توضيح السبب الذي يجعل بيانات الإشعاع ير إلى أن وتيرة توسع الكون ينبغي أن تكون أبطأ من تلك الوتيرة المرصودة حالياً، ويقول كالدويل عن ذلك: "الثابت الكوني بمنزلة الأساس الذي يستند إليه الباحثون، وإذا غيّرت هذا الأساس، فقد يؤثر ذلك في كل شيء آخر".

نُشر هذا التقرير لأول مرة في دورية *Nature* يوم الرابع والعشرين من نوفمبر 2020، وأعيد نشره بإذنٍ منها.

إن الأثير في نظريتي البنيان السماوي والسائل الفلكي ذو بنية معقدة ومكون من عدة حالات ولكن الحالة المسؤولة عن التوسع الكوني هي نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني)، هذا النسيج الذي ينبع من جميع الأجرام السماوية المتواجدة في الكون لينتشر ويتوسع بشكل مستمر محولاً المادة المظلمة إلى طاقة مظلمة حاملاً معه جميع المجرات الموجودة في الكون،

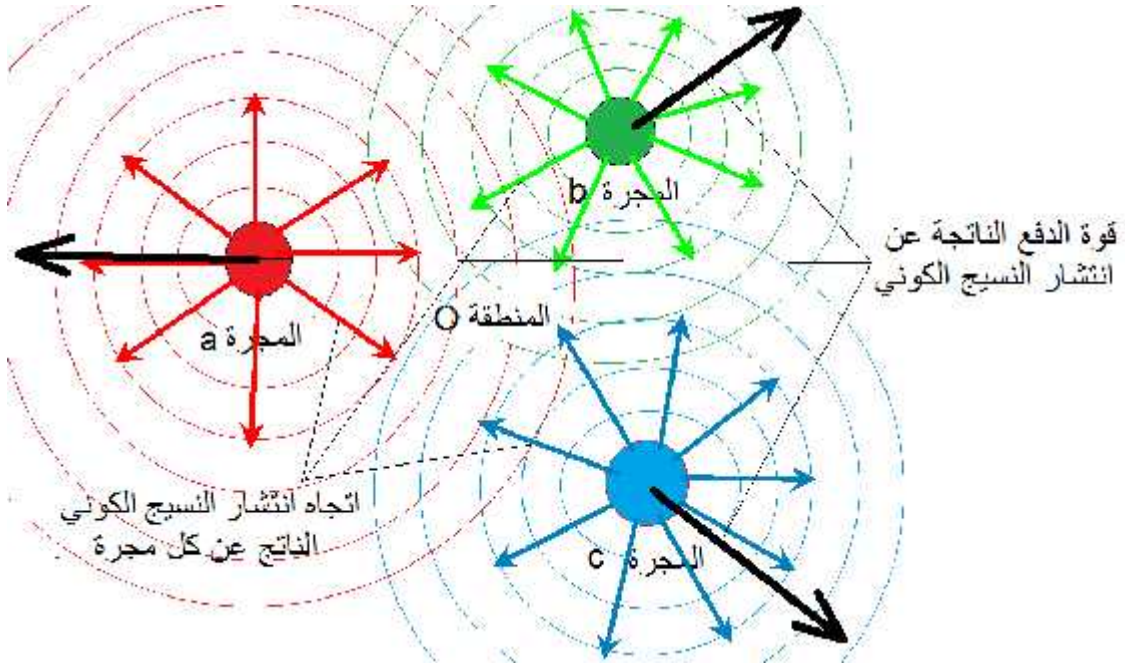
إن سبب التوسع الكوني ناتج عن اندفاعين في حركة المجرات، الإندفاع الأول ناتج عن (الانفجار العظيم) عند ولادة الكون، وهذا الاندفاع يسبب سرعة توسع ثابتة، والاندفاع الثاني ناتج عن الدفع الذي يسببه النسيج الكوني اثناء انتشاره في الفضاء الشاسع.

والسؤال هنا هل نظرية البنيان السماوي تفسر هذا التسارع في التوسع الكوني تفسيراً منطقياً.
يتم تشبيه التمدد الكوني في المراجع العلمية المعتمدة بعملية نفخ البالون حيث نتخيل أن لدينا بالوناً يمثل الكون بأكمله، ونضع ملصقات على سطحه بالكامل لتمثل المجرات أو مجموعات المجرات. ثم نقوم بالبداية بنفخ الهواء في البالون - هذا يماثل (الانفجار العظيم) وبداية الزمن كما نعرفه. مع تمدد البالون ومرور الوقت، تزداد المسافة بين أي ملصقتين (أو مجرتين). هذا مشابه لكيفية تحرك المجرات بعيداً عن بعضها البعض، مما يُظهر دليلاً على توسع الكون²³.

لا يتوسع الكون فحسب، بل إنه يتوسع بمعدل متسارع، مما يعني أنه يكبر بشكل أسرع وأسرع بمرور الوقت. في تشبيهنا بالبالون، تخيل نفخ الهواء في البالون بسرعة، مما يجعله يتمدد بشكل أسرع وأسرع. يمثل هذا الضغط الإضافي الطاقة المظلمة التي تدفع البالون (أو كوننا) إلى النمو بمعدل متسارع.

لكن السؤال هو ماذا عن كيفية وآلية عملية النفخ التي تحدث فجميع المراجع العلمية لم تعطي آلية منطقية لهذه العملية وكيفية حدوثها، فقط نظرية البنيان السماوي استطاعت أن تعطي تفسيراً منطقياً لهذه الآلية، حيث وفقاً لنظرية البنيان السماوي تقوم الأجرام السماوية بامتصاص السائل الفلكي وإصدار نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني)، بهذه البساطة تتم عملية النفخ.

ولتوسيع الشرح أكثر لنفرض 3 مجرات A, B, C كما في الشكل (6) المرفق يتجمع بينهم في المنطقة O النسيج الكوني،



الشكل (6): يبين آلية التوسع الكوني

ومن خواص هذا النسيج أنه عندما ينضغط لا تزداد كثافته (إلا في حالات خاصة وفقاً للفرضية 4 الخاصة 12)، بشكل مماثل للمادة الصلبة أو السائلة، مما يؤدي إلى تشكل قوة دفع باتجاه تباعد المجرات عن بعضها البعض.

إن قوة الدفع هذه ضعيفة جداً وهي أضعف بكثير من قوة الثقل عندما تكون المسافة بين الأجرام السماوية قليلة إلا أن الفرق بينها وبين قوة الثقل أن وتيرة تناقص قوة الثقل (القوة الجاذبية) تكون أسرع من وتيرة تناقص قوة دفع نسيج الطاقة المظلمة حيث تتناسب قوة الثقل عكساً مع مربع المسافة بين

الجرمين

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

حيث r هي المسافة بين الجرمين اللذان كتلتها هي m_1 و m_2 ، وبالتالي

فإن تناقص قوة (الجاذبية) بين الجرمين يكون أسرع من تناقص قوة الدفع الناتجة عن نسيج الطاقة المظلمة، فعندما تصل المسافة إلى حد تكون فيه قوة الدفع للمجرات أكبر من قوة الثقل فإن قوة الدفع تتغلب على قوة الثقل ويبدأ التباعد بين المجرات.

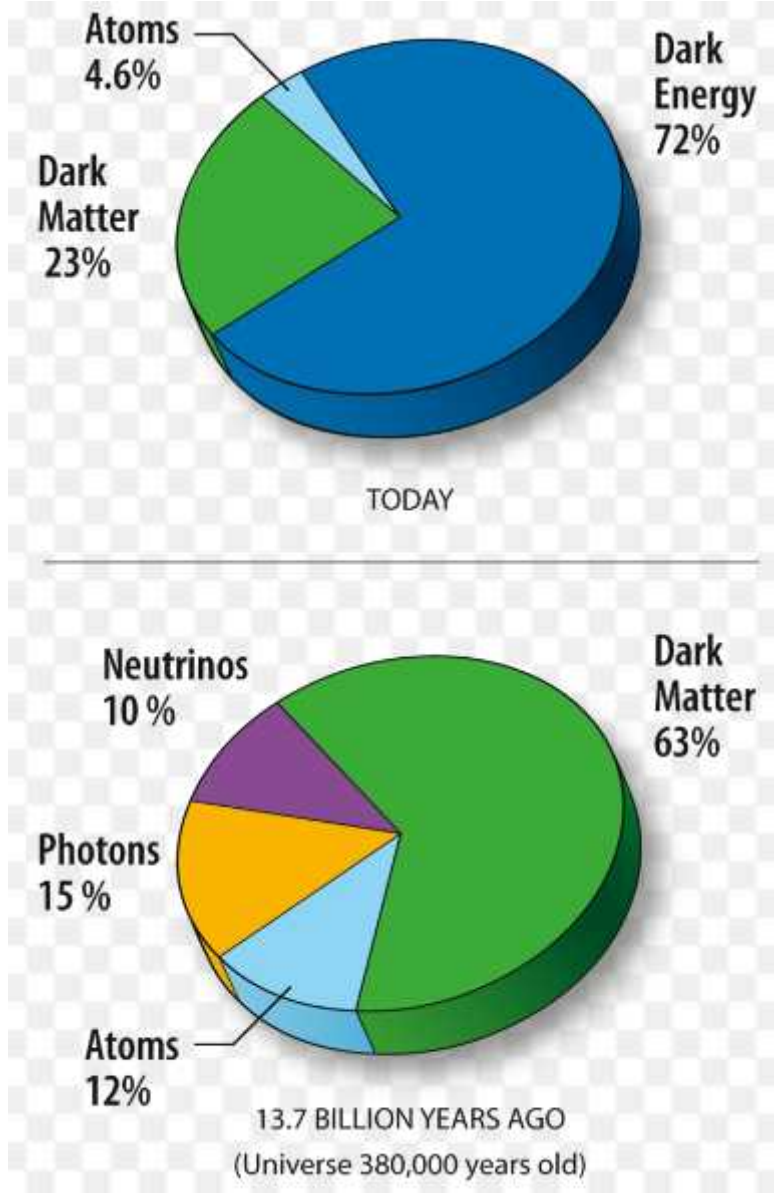
أما إذا كانت المسافة بين المجرات قليلة (غير كافية) فإن قوة الثقل الناتجة عن السائل الفلكي تكون أكبر وتتغلب على قوة الدفع، وفي هذه الحالة ووفقاً للفرضية الثالثة الفقرة ب و ج تتشكل الحقول الكهربائية والمغناطيسية الناتجة عن تداخل النسيج الكوني الناتج عن مجرتين مع بعضهما البعض.

من الصعب ايجاد تفسير منطقي لعملية النفخ للبالون الكوني (التوسع الكوني) إلا بالطريقة التي تفسرها بها نظرية البنيان السماوي، وهذا ما يجعل منها أحد الأدلة القوية على صحة النظرية.

3-2- توافق النظرية مع بيانات WMAP:

مسبار ويلكينسون لتباين الأشعة الكونية ومختصره) WMAP بالإنجليزية Wilkinson Microwave Anisotropy Probe): هو مسبار فضائي ومرصد دوار مصمم لقياس الأشعة التي خلفت بداية الكون. خلال أقل من سنتين في الفضاء قام هذا المسبار برسم خريطة إشعاع الخلفية الميكروني الكوني بدرجة غير مسبوقة من التفصيل والدقة. لقد قدم المسبار WMAP إلى علماء الفلك أفضل صورة حتى الآن لإحدى مراحل نشأة الكون منذ أكثر من 13 مليار سنة.

المشروع تحت رئاسة البروفيسور تشارلز إل بينيت ، من جامعة جونز هوبكنز، وقد وضعت البعثة في شراكة مشتركة بين ناسا ممثلة في مركز جودارد للطيران الفضائي وجامعة برينستون. وقد انطلق المسبار الفضائي WMAP في 30 يونيو 2001، من ولاية فلوريدا^{24، 25} "تكتشف بيانات WMAP أن محتويات الكون في وقتنا الحالي تشمل 4.6% من الذرات، وهي اللبنة الأساسية للنجوم والكواكب. وتشكل المادة المظلمة 23% من الكون. وهذه المادة، التي تختلف عن الذرات، لا تبعث الضوء أو تمتصه. ولم يتم اكتشافها إلا بشكل غير مباشر بواسطة الجاذبية.. 72% من الكون يتكون من "الطاقة المظلمة"، التي تعمل كنوع من الجاذبية المضادة. هذه الطاقة، التي تختلف عن المادة المظلمة، هي المسؤولة عن التسارع الحالي للتوسع الكوني.



الشكل (7): يبين محتوى الطاقة المظلمة في الكون قبل 13.7 مليار سنة والمحتوى في وقتنا الحالي

التقسيم التقديري لإجمالي الطاقة في الكون إلى مادة عادية (ذرية) والمادة المظلمة والطاقة المظلمة بناءً على خمس سنوات من بيانات [WMAP].

إن وجود الطاقة المظلمة، بأي شكل من الأشكال، ضروري للتوفيق بين هندسة الفضاء المقاسة والكمية الإجمالية للمادة في الكون. تشير قياسات تباين الخلفية الكونية الميكروية إلى أن الكون قريب من المسطح. لكي يكون شكل الكون مسطحاً، يجب أن تكون كثافة الكتلة والطاقة للكون

مساوية للكثافة الحرجة. الكمية الإجمالية للمادة في الكون (بما في ذلك الباريونات والمادة المظلمة)، مقاسة من طيف الخلفية الكونية الميكروني، تمثل حوالي 30% فقط من الكثافة الحرجة. وهذا يعني وجود شكل إضافي من الطاقة ليشكل الـ 70% المتبقية. قدر التحليل الذي أجراه مسبار ويلكنسون لتباين الموجات الميكرونية (WMAP) لمدة سبع سنوات أن الكون يتكون من 72.8% من الطاقة المظلمة، و 22.7% مادة مظلمة، و 4.5% مادة عادية. العمل الذي تم في عام 2013 بناءً على ملاحظات مركبة بلانك الفضائية لخلفية الموجات الميكرونية الكونية أعطى تقديراً أكثر دقة بنسبة 68.3% من الطاقة المظلمة، و 26.8% من المادة المظلمة، و 4.9% من المادة العادية.²⁶

يتبين لنا من نتائج الدراسات والأبحاث الناتجة عن بيانات القمر الصناعي السابق الذكر وبيانات أقمار أخرى مؤيدة لهذه البيانات أن الكون عند بدايات تشكله كانت نسبة الطاقة المظلمة فيه ضعيفة جداً، بينما اليوم فإن نسبة الطاقة المظلمة حوالي 68.3% من إجمالي المحتوى الكوني، وأن المادة المظلمة بالعكس تماماً فهي تتناقص حيث كانت قبل 13.7 مليار سنة تشكل حوالي 63% من إجمالي المحتوى الكوني بينما هي تمثل اليوم فقط حوالي 23% من إجمالي المحتوى الكوني، وهذا ما يتوافق تماماً مع كل من نظريتي البنين السماوي ونظرية السائل الفلكي اللتان تتصان على أن هناك عملية تحول تحدث ضمن الأجرام السماوية تتحول فيها المادة المظلمة إلى طاقة مظلمة، وهذا التحول هو الذي يؤدي إلى امتصاص الأجرام السماوية للمادة المظلمة وإصدارها للطاقة المظلمة

3-3- الضوء والأمواج الكهرطيسية:

لقد كان الضوء ومازال لغزاً محيراً لعلماء الفيزياء، بسبب صفاته المتضاربة في بعض الأحيان، وكان السبب الرئيسي في نقض ورفض نظريات الأثير، وذلك لأن العلماء لم يستطيعوا فرض بنية معينة لذلك الأثير تتوافق مع جميع صفات الضوء وغيره من الظواهر الفلكية، لذلك تم التوسع في بيان توافق صفات الضوء مع نظرية البنين السماوي.

3-3-1 الأسباب الحقيقية لثبات سرعة الضوء:

3-3-1-1 هل تجربة ميكلسون ومورلي تنفي صحة نظرية البنين السماوي أم تؤكدها؟

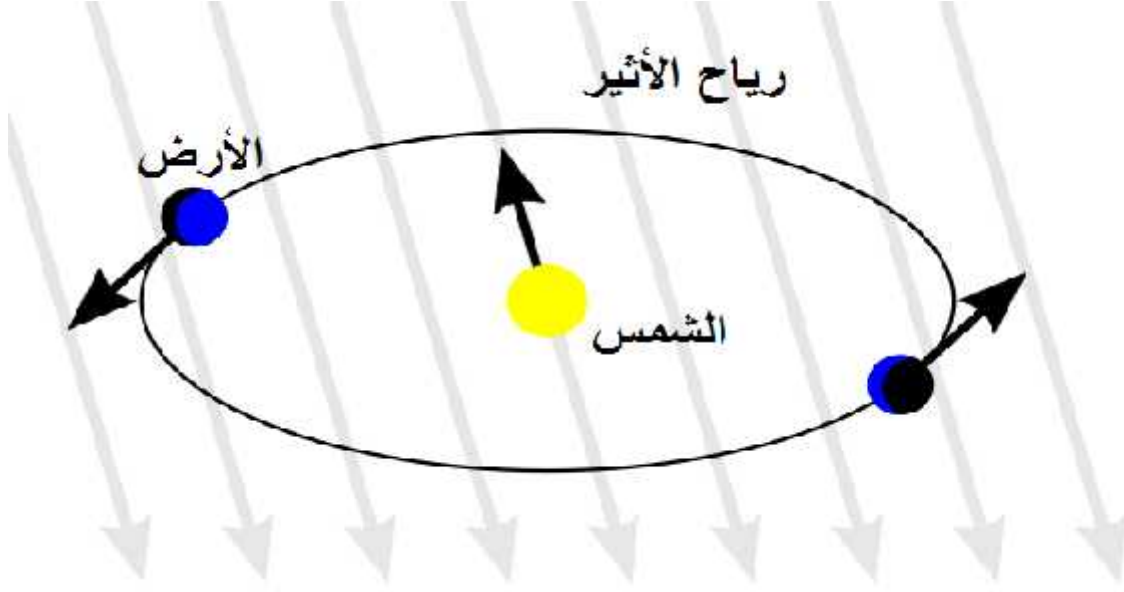
ومن جهة أخرى هل سرعة الضوء ثابتة بغض النظر عن المنبع إذا كان متحرك أم لا؟

لم تكن نظريات الأثير التي تم وضعها في القرون السابقة متوافقة مع الواقع تماماً، وذلك لأنه في جميع تلك النظريات كان للأثير بنية موحدة كان عليها أن تصف جميع الظواهر الفيزيائية الموجودة بالكون، وهذا مخالف للواقع، فكانت تلك النظريات إما أن تتوافق مع القوى الكهرومغناطيسية على سبيل المثال، وتفشل عندما نقارنها مع قوة الثقل، أو العكس.

تختلف نظرية البنين السماوي عن نظريات الأثير السابقة، حيث يتكون الكون من عالمين يعيشان مع بعضهما جنباً إلى جنب، العالم الأول هو عالم الذرة (هو العالم الذي يتكون من الذرات) وهو عالمنا المحسوس الذي نستطيع أن نتحسسه بحواسنا، والعالم الثاني هو عالم الجسيمات (أو العالم اللادري) نستطيع أن نتحسس وجود العالم الآخر من خلال ما يسمى (الأمواج الكهرومغناطيسية، قوى الطبيعة، قوة الثقل والقوى الكهرومغناطيسية والنوية والقول الكهربائية والمغناطيسية)، وكما أن المادة المرئية (عالم الذرة) يتكون من الذرات، فأحياناً تكون على شكل غاز أو مائع أو صلب، كذلك العالم الثاني فهو يتكون من عدة حالات، فعلى سبيل المثال السائل الفلكي (الذي تصفه نظرية السائل الفلكي¹) يعبر عن الحالة التي تشبه إلى حد كبير الغاز، وأما نسيج الطاقة المظلمة أو النسيج الكوني (ن ك) في نظرية البنين السماوي فهو يصف حالة جديدة أكثر تعقيداً من حالات المادة المرئية ولا يوجد مشابه لها تماماً في المادة المرئية، فهي تشبه المادة الصلبة في البنية الداخلية لفقاعات الطاقة المظلمة، وأما هذه الفقاعات فهي تتحرك وتنزلق على بعضها البعض بشكل مشابه للحالة المائعة في البنية الذرية.

إن هذه النظرية لاتعارض أبداً مع نتائج تجربة ميكلسون ومورلي، بل تتوافق تماماً معها.

لقد فرض العلماء اتجاهاً معيناً لحركة الأثير كما هو موضح في الشكل



الشكل (8): يوضح اتجاه حركة الأثير الإفتراضية في الماضي

في عام 1886 بدأ ميكلسون ومورلي بتجاربه عن انتشار الضوء وسرعته في الفضاء. وكان يعتقد أنه يستطيع تعيين هذه السرعة عن طريق تعيين سرعة الأرض في الأثير أثناء دورانها حول الشمس. لنعد إلى تجربة ميكلسون ومورلي، حاول العالمان بأن يثبتا وجود الأثير بمقارنة سرعة الضوء المتحرك في اتجاه حركة الأرض بسرعه في اتجاه متعامد مع حركة الأرض. وعندئذ لن الفرق بين السرعتين فحسب، بل إنه سيحدد فعلياً سرعة الأرض في مدارها حول الشمس، باعتبار أن الأثير هو الإطار المرجعي المطلق في الكون - أي يشكل حالة السكون المطلقة، يمكن الحصول على تفاصيل هذه التجربة من المرجع ²⁷.

وكانت القيمة المتوقعة للفرق بين المسارين تبلغ 3% وفقاً للحسابات، ولكن نتائج التجربة مع معاودت إجرائها عدة مرات وجدت فرقاً لا يزيد عن 0.02 مما أدى إلى نفي فرضيات وجود الأثير.

إلا أن نظرية البنين السماوي تفرض أن نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) وهو النسيج الحامل للأمواج الكهرومغناطيسية ينشأ من الجرم السماوي نفسه وفقاً للفرضية الثانية من النظرية، وبالتالي فإن (النسيج الكوني) على سطح الأرض يكتسب سرعة الأرض نفسها سواءً في دورانها حول نفسها أو حول الشمس أو حول مركز المجرة (وفقاً للفرضية الثالثة فقرة أ)، وبالتالي سيكون ثابت بالنسبة

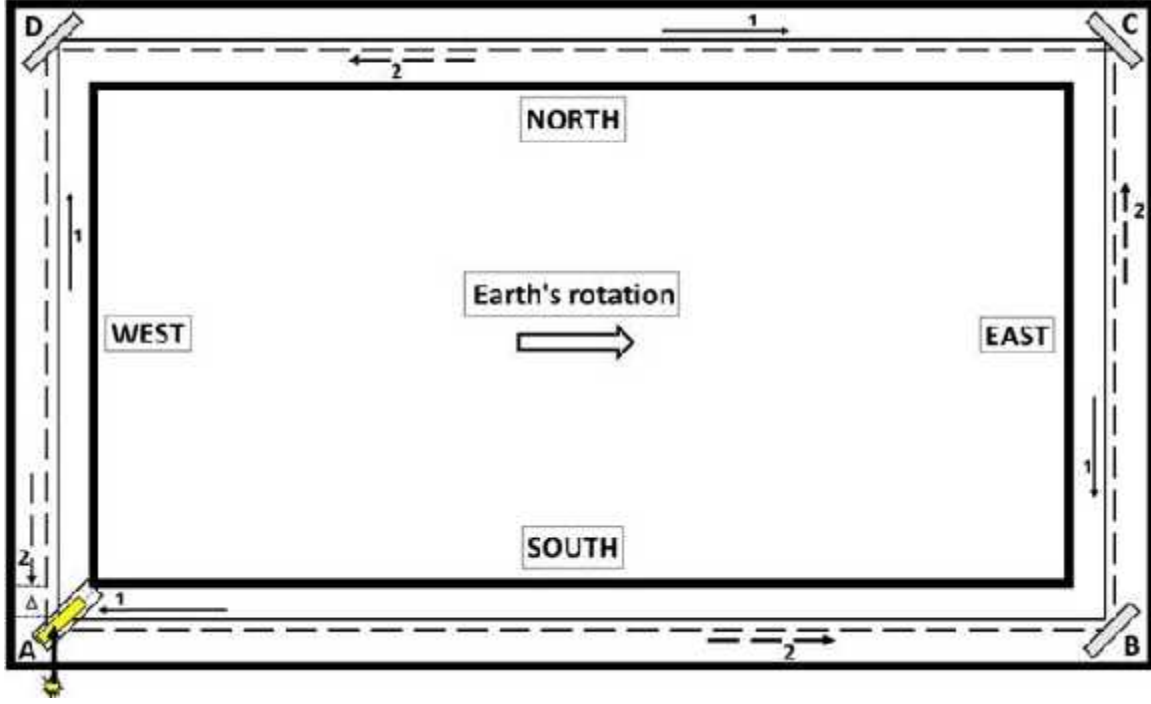
لسطح الأرض أي أنه سيدور مع دوران الأرض (بشكل مشابه للغلاف الجوي الذي يدور مع الأرض) ولذلك فإن نتائج تجربة ميكلسون ومورلي متوافقة مع النظرية تماماً ولا تتعارض معها.

قام كل من ميكلسون وغيل بيرسون بإعداد تجربة أخرى (تجربة ميكلسون غال بيرسون - Michelson-Gale-Pearson experiment (1925)^{28, 29} من الموقع الإلكتروني: <https://physics.bg/home/physics-problems/speed-of-light-constancy/michelson-gale-pearson-experiment>

والموقع: https://en.wikipedia.org/wiki/Michelson%E2%80%93Pearson_experiment

تجربة ميشيلسون-غيل-بيرسون هي نسخة معدلة من تجربة ميشيلسون-مورلي وتجربة مقياس تداخل سانياك. قامت هذه التجربة بقياس تأثير سانياك الناتج عن دوران الأرض (تأثير سانياك: هو ظاهرة تصادف في قياس التداخل الضوئي التي تبدو للعيان من خلال الدوران حيث تفصل حزمة ضوئية إلى حزمتين لتعبران مسارين متعامدين في الاتجاهات. يجب أن يبقى الضوء المقذوف ضمن مساحة منغلقة لكي يعمل كحلقة وعند العودة إلى نقطة الدخول يسمح للضوء بالانفاذ من الجهاز بحيث يتم الحصول على نموذج متداخل. يعتمد موضع تداخل الأهداب على السرعة الزاوية للتجربة المعدة. يطلق على المنظومة المجهزة لهذا الغرض اسم مقياس تداخل سانياك³⁰) وبالتالي تم اختبار كل من نظريات النسبية الخاصة والتأثير المضيء (الحامل للضوء) من خلالهما واستخدمت لقياس سرعة دوران الأرض حول نفسها.

كان الهدف، كما اقترحه لأول مرة ألبرت أ. ميشيلسون في عام 1904 ومن ثم تم تنفيذه في عام 1925 من قبل ميشيلسون وهنري جي غيل، هو معرفة ما إذا كان دوران الأرض له تأثير على انتشار الضوء في محيط الأرض.²⁹



الشكل (9): يوضح عناصر تجربة ميشيلسون-غيل

كانت تجربة ميشيلسون-غيل عبارة عن مقياس تداخل حلقي كبير جداً (يبلغ محيطه 1.9 كيلومتراً)، وهو كبير بما يكفي لاكتشاف السرعة الزاوية للأرض. مثل تجربة ميشيلسون-مورلي الأصلية، قارنت نسخة ميشيلسون-غيل-بيرسون الضوء الصادر من مصدر واحد (قوس الكربون) بعد السفر في اتجاهين. كان التغيير الرئيسي هو استبدال "ذراعي" نسخة ميكلسون ومورلي (MM) الأصلية بمستطيلين، أحدهما أكبر بكثير من الآخر. تم إرسال الضوء إلى المستطيلات، والذي سينعكس على المرايا في الزوايا، ويعود إلى نقطة البداية. تمت مقارنة الضوء الخارج من المستطيلين على الشاشة تماماً كما سيكون الضوء العائد من الذراعين في تجربة MM القياسية. التغيير بالطور المتوقع تمت دراسته وفقاً للأثير الثابت والنسبية الخاصة، استنتجه مايكلسون على النحو التالي:

$$\Delta = \frac{4A\omega \sin \phi}{\lambda c}$$

حيث: : هي الإزاحة في الأطراف،

A: المساحة بالكيلومترات المربعة،

Ø : خط عرض موقع التجربة في كليرينغ، إينوي (41° 46')،

C: سرعة الضوء،

W: السرعة الزاوية للأرض،

λ: الطول الموجي الفعال المستخدم. بمعنى آخر، كانت هذه التجربة تهدف إلى اكتشاف تأثير سانايك الناتج عن دوران الأرض.

نتيجة التجربة: وكانت النتيجة أن السرعة الزاوية للأرض متوافقة مع ما تم قياسه بواسطة علم الفلك وبالتالي تم تأكيدها ضمن حدود دقة القياس. كانت الإزاحة المقاسة 230 جزءاً في 1000، بدقة 5 أجزاء في 1000. وكانت الإزاحة المتوقعة 237 جزءاً في 1000. وفقاً لمايكلسون/غيل، فإن التجربة متوافقة مع كل من فكرة الأثير الثابت والنسبية الخاصة.

تم تنفيذ "تجربة ميشيلسون-غيل-بيرسون" بدقة - ولا يمكن إنكار دقة التجربة.

"تم قياس إزاحة الأطراف بسبب دوران الأرض في عدة أيام مختلفة، مع تعديلات كاملة للمرايا، مع الصورة المنعكسة أحياناً على يمين الصورة المرسله وأحياناً على يسارها، ومن قبل مراقبين مختلفين." (ميشيلسون وغيل، 1925).

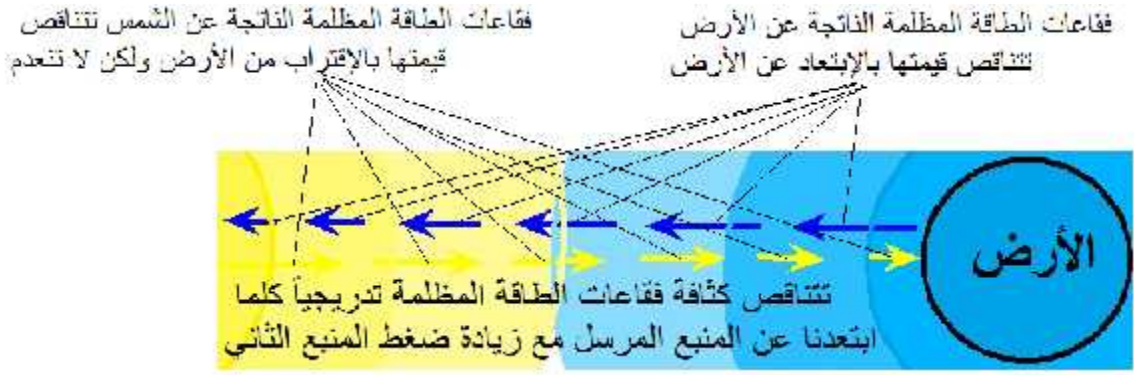
أشار مايكلسون في عام 1904، أن النتيجة الإيجابية في مثل هذه التجارب تتناقض مع فرضية السحب الأثيري الكامل، حيث يتعرض سطح الأرض الدوار للرياح الأثيرية. تظهر تجربة مايكلسون-مورلي على العكس من ذلك أن الأثير الافتراضي لا يمكن أن يتحرك بالنسبة إلى الأرض، أي أنه أثناء دوران الأرض يجب أن يُسحب الأثير. هاتان النتيجتان ليستا متعارضتين فيما بينهما، لكن لم يكن هناك في ذلك الوقت نموذج للأثير للتوفيق بينهما، لذلك تم تفسير كلتا التجريبتين في إطار النسبية الخاصة.

كما نلاحظ أن تجربة ميكلسون وغيل تتوافق مع فرضية الأثير الثابت (حيث قام ميكلسون بحساباته عند استنتاج القانون السابق بفرض أن سرعة الضوء متغيرة وغير ثابتة وأعطت حساباته هذه نتائج مطابقة لنتائج التجربة) ولكن على الأثير أن يدور مع دوران الكرة الأرضية حول الشمس دون أن يدور مع دوران الأرض حول نفسها، وهذا يتناقض مع تجربة ميكلسون مورلي التي يجب أن يدور فيها الأثير مع دوران الأرض حول نفسها.

هذا ماجعل النظرية النسبية تنتصر في النهاية بعد نقاش طويل جداً على الرغم من عدم وجود منطوق فيزيائي في النظرية النسبية في تفسير الظاهرة، لأن القانون السابق الذكر يمكن استنتاجه أيضاً بواسطة قوانين النسبية) إذ أن سرعة الضوء بالنسبة للنظرية النسبية ثابتة والذي يتغير هو المسافة والزمن، ونحن نعلم أن السرعة تساوي المسافة على الزمن، لذلك إن أي تغير في السرعة يمكن نسبه للمسافة والزمن وسيعطينا نفس النتيجة، إلا أن المنطق الفيزيائي يقتضي أن المتغير هو السرعة وليس المسافة والزمن كما تدعي النسبية (أي أن النسبية انتصرت بالنقاش السابق الذكر بسبب قدرتها على تفسير هذا التناقض رياضياً وليس فيزيائياً).

إن تفسير تجربة ميكلسون وغيل وفق نظرية البنين السماوي أكثر منطقية، ففي تجربة ميكلسون ومورلي تعطي التجربة نتائج سلبية وبالتالي فهذا يعني أن سرعة الضوء ثابتة، وهذا يتوافق مع النظرية لأنه وفقاً للنظرية فإن نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) الذي يحمل الأمواج الكهرطيسية ينبع ويتدفق من الكرة الأرضية نفسها ولذلك فهو يدور ويتحرك معها وبالتالي فهو ثابت بالنسبة لسطح الأرض، وبالتالي فهو يتوافق مع نتائج تجربة ميكلسون مورلي.

أما بالنسبة لتجربة ميكلسون وغيل فقد وجد أن هناك انزياح في الطور، وهذا الانزياح في الطور بين الشعاعين أيضاً يتوافق مع النظرية وفقاً للفرضية الثالثة الفقرة ب والتي تنص على أن فقاعات الطاقة المظلمة الناتجة عن الشمس تصل إلى سطح الأرض وتتداخل مع الفقاعات الناتجة عن الأرض

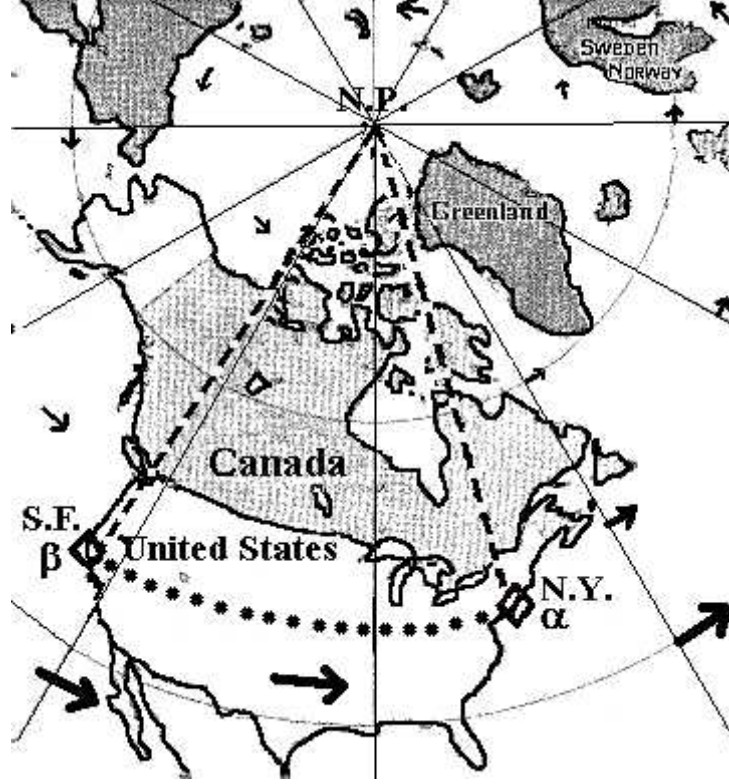


الشكل (10): يوضح تداخل فقاغات الطاقة المظلمة الناتجة عن الشمس والأرض ووصول الفقاغات الشمسية للأرض

إن حركة النسيج الكوني الناتج عن الشمس تتوافق تماماً مع تجربة ميشيلسون وغيل إذ أن هذا النسيج لا يدور مع دوران الأرض حول نفسها وبالتالي فيمكن اعتباره الوسط الثابت مع دوران الأرض حول الشمس، يمكن من خلاله قياس سرعة دوران الأرض حول نفسها، ولكن بما أن ضغط وكثافة النسيج الكوني الناتج عن الشمس والقادر للوصول إلى سطح الأرض ضعيف نسبياً بالمقارنة مع النسيج الكوني الناتج عن الأرض لذلك تم استخدام إطار مستطيل طوله 1.9 كم للمسار الضوئي في التجربة حتى استطاع الجهاز أن يتحسس تأثير النسيج الكوني الناتج عن الشمس، مما أدى إلى إظهار فرق طور بين الحزمتين الضوئيتين على شاشة الجهاز.

3-3-1-2- تجربة بول مارميت:

قام العالم بول مارميت (دكتوراه في الفيزياء (1932-2005)، حصل على وسام كندا عام 1981. وهو باحث أول في معهد هيرزبرج للفيزياء الفلكية التابع للمجلس القومي للبحوث في كندا، ومديراً لمختبر الفيزياء الذرية والجزيئية في جامعة لافال) بقياس سرعة الضوء وذلك بإرسال إشارات كهروطيسية من سان فرانسيسكو إلى نيويورك وبالعكس مع قياس الزمن اللازم للإشارات من أجل قطع هذه المسافة، حيث تم استخدام الساعات الذرية الدقيقة من أجل هذه المهمة، بحيث تم استخدام ثلاث ساعات متزامنة واحدة في القطب الشمالي NP (حيث تكون سرعة دوران الأرض الخطية فيه معدومة)، والثانية في نيويورك α والثالثة في سان فرانسيسكو β ³¹



الشكل (11): يبين مواقع مدينتي سان فرانسيسكو ونيويورك والقطب الشمالي مع اتجاه دوران الأرض

يمكن قياس الوقت المطلق للإرسال والاستقبال مباشرةً في كل ساعتين محليتين (a و b). إن متوسط الفاصل الزمني لسرعة الضوء المقاسة في وقت واحد في كلا الاتجاهين يبلغ حوالي 15000 ميكروثانية.

يُظهر القياس الدقيق للفاصل الزمني الذي قدمته المزامنة أعلاه مع القطب الشمالي (بالاتفاق مع نظام تحديد المواقع العالمي) أن الضوء يستغرق 0.014 ميكروثانية إضافية للانتقال شرقاً (من S.F. إلى نيويورك). كما يصل الضوء أيضاً (من نيويورك إلى سان فرانسيسكو) بفارق 0.014 ميكروثانية قبل متوسط الفاصل الزمني 15000 ميكروثانية اللازم لقطع مسافة حوالي 4500 كم. نظراً لوجود فرق قدره 0.014 ميكروثانية بين كل اتجاه ، فإن هذا يدل على أن الضوء يتحرك بسرعة مختلفة باتجاه الشرق عن الغرب. بما أن القياسات تمت بالنسبة لمراقب مستقل والموجود في القطب الشمالي هذا يعني أن الزمن لم يتقلص أو يتمدد وأما بالنسبة للمسافة فكما قال بول مارميت أنه ليس من المعقول أن تكون المسافة من نيويورك إلى سان فرانسيسكو لا تساوي المسافة من سان فرانسيسكو

إلى نيويورك (هذه نتيجة لا منطقية) وبالتالي فالنتيجة المنطقية الوحيدة هي أن تكون السرعة مساوية إلى $c + v$ بين N.Y و S.F و $c - v$ بين S.F و N.Y، وليس كما تدعي النسبية الخاصة بأن المسافة والزمن هما اللذان يتقلصان ويتمددان لأن هذا مخالف تماماً للمنطق.

في الحقيقة لا بد من الإقرار بعدم صحة النظرية النسبية الخاصة، على الرغم من أنها محبوبة بشكل ممتاز، فعندما تكون سرعة الضوء ثابتة فعلاً فالنظرية بهذه الحالة طبعاً صحيحة وهذا ما تنص عليه، وفي الحالات الشاذة التي تكون فيها سرعة الضوء غير ثابتة فمن الممكن بكل بساطة أن نعتبر أن المسافة والزمن هما اللذان يتغيران وليس السرعة.

ولكن لماذا هناك حالات تكون فيها سرعة الضوء ثابتة؟

يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الأمواج الكهرومغناطيسية عندما تصطم بذرات أي مادة شفافة (كالهواء) فإنها تمتص من قبل الذرة ثم يعاد إطلاقها مرة أخرى بفارق زمني صغير جداً، وهذا ما نسميه التفاعلات المرنة للفوتون التي تحافظ على الجهة والطاقة (التردد) للفوتون هذا الفارق الزمني هو ما يسبب وجود معامل الانكسار للمواد والذي يجعل سرعة الضوء (والأمواج الكهرومغناطيسية) في تلك المادة أقل من سرعتها في الفراغ هذه الفكرة سبق وتبنتها النظرية الباليستية إلا أنها اعتبرت بشكل خاطيء أن الضوء مكون من جسيمات (الفوتون) ولم تأخذ بعين الاعتبار الصفة الموجية للفوتون، وهناك عدة أبحاث تؤكد حدوث هذا التفاعل، أحد الأدلة على حدوث هذه التفاعلات المرنة أن أشعة الشمس المرئية تستطيع اختراق الغلاف الجوي بأكمله ولا تستطيع اختراق ورقة ثخانتها أقل من 1 ملمتر على الرغم أن وزن الـ 1 متر مربع من هذه الورقة أقل من 1 كغ بينما وزن عمود الهواء من الغلاف الجوي الواقع على 1 متر مربع بالكيلوجرام يساوي 10282.8 كيلوجرام/متر مربع، وكما سبق وبينت أن تفاعلات الأمواج الكهرومغناطيسية مع الذرة سيتم شرحها في نظرية البنين الذري

عند الانبعاث، تتحرك الأمواج الكهرومغناطيسية بسرعة C بالنسبة للمصدر، ولكن فقط قبل الالتقاء بأول ذرة هواء، التي تمتصه. وبعد بعض التأخير، تقوم الذرة بإطلاق الأمواج الكهرومغناطيسية مرة أخرى ومن جديد تتحرك تلك الأمواج بسرعة C بالنسبة لهذه الذرة في نفس الوقت يتوجه حتى لقاء ذرة الهواء

التالية. وبالتالي تتحرك الأمواج الكهرومغناطيسية ضمن وسط ما بمتوسط السرعة C/n ، والتي تكون دائماً أقل من C .

إذا انبعثت الأمواج الكهرومغناطيسية من مصدر متحرك، قبل إعادة الانبعاث الأولى بواسطة ذرات في الوسط الغازي، تتحرك بالنسبة إلى إطار قصوري معين بسرعة $C+V$ ، ولكن مباشرة بعد إعادة الانبعاث الأول تتغير سرعتها وتصبح مساوية مرة أخرى لـ C/n ، والتي لا تعتمد بأي شكل من الأشكال على السرعة $C+V$. لا يمكن الحكم على سرعة $C+V$ إلا بواسطة دوبلر تغير التردد الذي يحدث في اللحظة التي تلتقي فيها الفوتونات بذرات الهواء أو الوسط لأول مرة، في الموقع التالي بحث علمي عن كيفية تغير التردد مع تغير سرعة الأمواج الكهرومغناطيسية:

<https://www.gsjournal.net/Science-Journals/Research%20Papers-Relativity%20Theory/Download/9715>

أن التفاعلات المرنة التي تحدث بين الأمواج الكهرومغناطيسية وذرات الوسط هي السبب الذي يجعل سرعة الأمواج الكهرومغناطيسية تبدو كما لو أنها ثابتة في العديد من التطبيقات، أي أن الأمواج الكهرومغناطيسية التي تقيسها أجهزتنا ليست نفسها هي الأمواج الصادرة عن المنبع الأساسي وإنما هي الأمواج الصادرة عن ذرات الوسط،

إن نظام تحديد المواقع وجميع التجارب ذات الصلة تقدم دليلاً صارخاً على أن سرعة الضوء ليست ثابتة بالنسبة للمراقب³²، على عكس فرضيات أينشتاين، حتى وإن كانت هذه التطبيقات متوافقة مع العلاقات الرياضية للنسبية إلا أنها غير متوافقة مع المنطق الفيزيائي. السرعة المقاسة للضوء هي $C-V$ في اتجاه واحد و $C + V$ في الاتجاه الآخر. إن نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) المفروض في نظرية البنيان السماوي يعطينا تفسيراً منطقياً لجميع الحالات الشاذة التي تواجهنا عند قياس سرعة الأمواج الكهرومغناطيسية وبالتالي فلا داعي لفرضية ثبات سرعة الضوء اللامنطقية.

3-3-2 خواص الضوء (الأمواج الكهربية):

3-3-2-1 النسيج الكوني (ن ك) وسط مناسب جداً لحمل الأمواج الكهربية

على الرغم من أهمية الأمواج الكهربية في حياتنا كونها تدخل في الكثير من تفاصيل حياتنا في هذا العصر الحديث الذي تنوعت به الأجهزة التي تستخدم تلك الأمواج في الأجهزة الحديثة المتنوعة جداً، يُعرف العلم الحديث الموجات الكهرومغناطيسية على أنها (الموجات التي تمر عبر أي جسم أو مادة عبر الفضاء، ولا تحتاج إلى وسط من أجل الانتقال أو الانتشار على عكس الموجات الميكانيكية، وتنتج الموجات الكهرومغناطيسية من الاهتزازات الناتجة عن الحقلين الكهربائي والمغناطيسي معاً).

مما لا شك فيه أن هذا التعريف يحتوي الكثير من الغموض، فعلى سبيل المثال ما هي ماهية تلك الحقول الكهربائية والمغناطيسية التي يقف العلم الحديث عاجزاً عن تفسير ماهيتها، أو يفسرها تفسيرات لا منطقية ولا يقبلها العقل.

ثانياً يفرض العلم الحديث أنه لا حاجة لوجود وسط تنتقل من خلاله الأمواج الكهربية على الرغم من أنها تماثل في صفاتها بشكل كبير صفات الأمواج الصوتية فهي تمتلك مجالاً واسعاً جداً من الترددات كما أن هناك نوعين من الأمواج، الأمواج الكهربائية والأمواج المغناطيسية التي تكون مماثلة للأمواج الصوتية العرضية (التي تعبر الأجسام الصلبة فقط)، إن الفرض بعدم وجود حاجة لوسط تنتقل من خلاله الأمواج الكهربية هي فرضية لا منطقية، إذ أن فكرة تشكل الأمواج تأتي من مبدأ إحداث اهتزاز في وسط ما وانتقال هذا الاهتزاز عبر ذلك الوسط، وأما الاكتفاء بوصفها على أنها نوع من أنواع الطاقة فهذا لا يكفي، لأن هذا يطرح عدة تساؤلات، فمثلاً لماذا هذه الطاقة تتصرف كالأمواج تماماً حيث تمتلك مجالاً ترددياً واسعاً جداً؟

وما هي ماهية هذه الطاقة إذا لم تكن جسيمات مادية (كما يصفها العلم) ولم تكن أمواج في وسط؟ تعطي نظرية البنين السماوي تفسيراً منطقياً جداً لتلك الأمواج الكهربية فشبكة الطاقة المظلمة التي تمتلك معامل مرونة عالي جداً وفق فرضيات النظرية تسمح للأمواج الكهربية الانتقال من خلالها بشكل منطقي ودون وجود أي مانع.

مقارنة بين الموجات الصوتية والموجات الكهربية

الأمواف الكهرطيسية	الأمواف الصوتية	
تنتج عن اهتزازات شحنة كهربائية تؤدي لتشكيل أمواف كهربائية ومغناطيسية (يفترض منطقياً أن تسير ضمن وسط ما)	أمواف ميكانيكية ناتجة عن اهتزازات ميكانيكية تنتقل عبر وسط من مادة ما	التعريف
تساوي سرعة الضوء وأيضاً تتغير حسب الوسط الذي تعبره	تتعلق بالوسط الذي تعبره	السرعة
اهتزازات شحنة كهربائية	اهتزازات ميكانيكية	المنشأ
العين	الأذن	الجهاز المستقبل بالإنسان
من 400 إلى 790 تيراهيرتز (THz)	من 20 إلى 20,000 هيرتز	مجال الترددات المستقبل لدى الإنسان
ينكسر الضوء عندما ينتقل من وسط ما ذو كثافة معينة إلى وسط آخر مختلف الكثافة وتتعلق زاوية الانكسار بسرعة الضوء في الوسطين، وينطبق عليه أيضاً قانون سنيل	ينكسر الصوت عندما ينتقل من وسط ما ذو كثافة معينة إلى وسط آخر مختلف الكثافة وتتعلق زاوية الانكسار بسرعة الصوت في الوسطين، وينطبق عليه قانون سنيل	الانكسار
تتداخل الأمواف الضوئية مع بعضها البعض بشكل مشابه للأمواف الصوتية وتشكل أهداب مضيئة وأهداب معتمة ضمن شروط معينة، وأيضاً في شروط خاصة تحدث حالة الطنين التي لها تطبيقات واسعة جداً في المجال الكهربائي والمغناطيسي والكهرمغناطيسي	تتداخل الأمواف الصوتية مع بعضها البعض وتشكل بطون وعقد ضمن شروط معينة، وفي شروط خاصة تحدث حالة الطنين (عندما تكون ترددات المحرض متوافقة مع التردد الذاتي للوسط المطبق عليه، وهذا مشابه لحالة الطنين في الأمواف الضوئية)	خاصية التداخل
وفق نظرية البنين السماوي: اهتزاز في أوتاد نسيج الطاقة المظلمة وانتقال هذه الاهتزازات عبر ذلك النسيج وفق العلم الحديث: انتقال طاقة (غير معروف ماهيتها) عبر فراغ، كما أنه غير معروف لماذا هذه الطاقة تمتلك ترددات	اهتزاز لجزيئات الوسط (مادة ما) وانتقال هذا الاهتزاز عبر جزيئات ذلك الوسط	الماهية

الجدول 1

إن انتشار الأمواج الكهرطيسية في الفراغ جعل العلماء يفرضون وجود الأثير ولفترة طويلة من الزمن تقدر بمئات السنين، وعلى الرغم من إن الأثير هو التفسير المنطقي الوحيد لهذا الانتشار، إلا أن عدم القدرة على وصف بنية معينة لهذا الأثير تتوافق مع جميع الملاحظات الفلكية في الكون أدى إلى نشوء النظريات الشبحية من الناحية الفيزيائية، وأصبح العلماء يهتمون بالعلاقات الرياضية التي تتوافق مع الملاحظات الفلكية دون الاهتمام كثيراً بالتفسير **الفيزيائي المنطقي** لهذه العلاقات، وتم إغلاق الباب بوجه نظريات جديدة للأثير، وكما سبق وبينت أن السبب الرئيسي في ذلك التوجه أن الأثير المفروض سابقاً كان ذو بنية معينة ومحددة، لذلك لم يستطع أن يتوافق مع جميع المظاهر الفيزيائية الفلكية المرصودة.

إن نظرية البنين السماوي تطرح فكرة نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) المناسب جدا لحمل الأمواج الكهرطيسية وبشكل منطقي ومتوافق مع نظرية السائل الفلكي ومع جميع الظواهر الفلكية المرصودة.

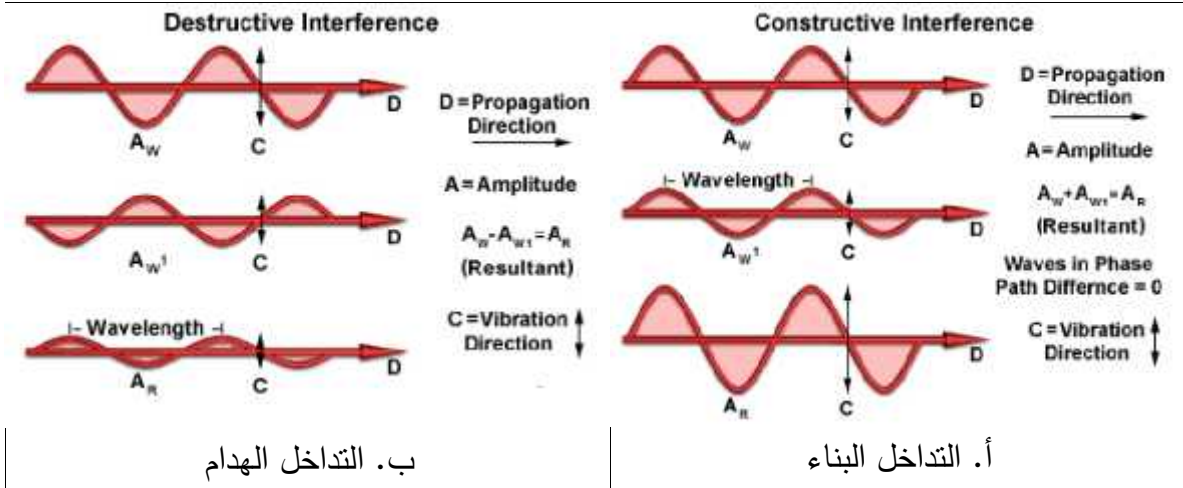
وفقاً للفرضية الرابعة تكون الفقاعات مكونة من نسيج ذو متانة عالية وذو مرونة عالية وبالتالي فهو قادر على حمل الأمواج الكهرطيسية على الرغم من أنزلاق الفقاعات على بعضها البعض، إلا أن هذه الفقاعات متلاصقة لذلك لايعيق هذا الانزلاق حركة الأمواج.

3-2-3-2 خاصية التداخل:

كيف يحدث تداخل الضوء؟

فيما يلي شرح لكيفية تداخل موجات الضوء مع بعضها البعض. لنفترض وجود زوج من الموجات الضوئية من نفس المصدر والتي تنتقل، على سبيل المثال، في الاتجاه D (اتجاه الانتشار) كما هو موضح في الشكل (12)، وإذا كانت الاهتزازات (والتي تكون عمودية على اتجاه الانتشار كما هو موضح بواسطة C في الشكل (12) متوازية مع بعضها البعض ومتوازية أيضاً فيما يتعلق باتجاه الاهتزاز، فقد تتداخل الموجات الضوئية مع بعضها البعض إذا كانت في نفس المستوي.

التداخل البناء: الشكل (12) القسم أ) يوضح التداخل البناء للموجات الضوئية



الشكل (12): يوضح التداخل البناء والهدام للأمواج

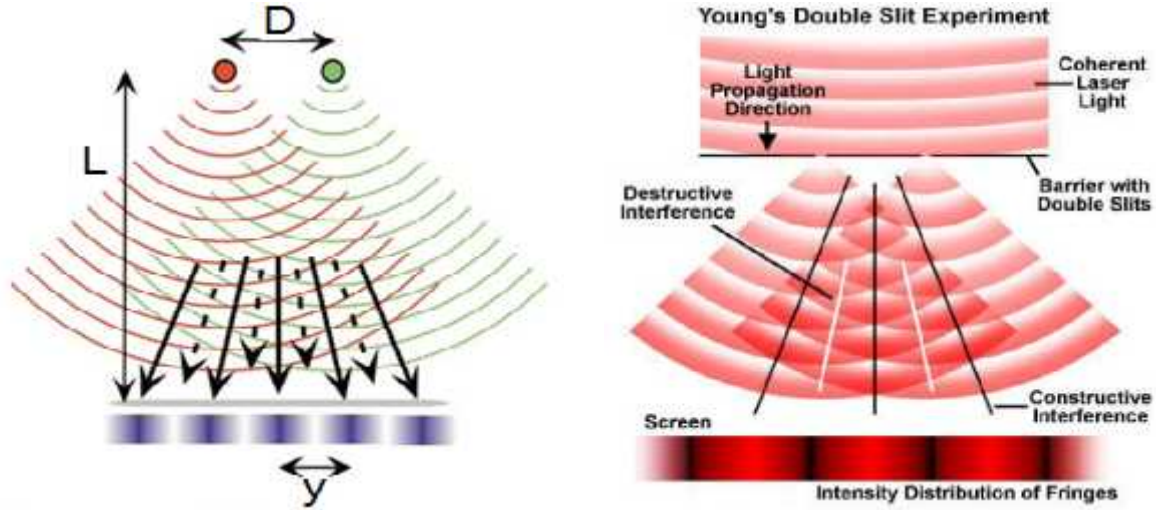
بافتراض استيفاء جميع المعايير المذكورة أعلاه، فيمكن للموجات أن تتداخل إما بشكل بناء أو مدمر مع بعضها البعض. إذا تطابقت قمم إحدى الموجتين مع قمم الأخرى، تكون السعة الناتجة تساوي إلى مجموع السعتين. إذا كانت سعات كلتا الموجتين متساوية، فسيتم مضاعفة السعة الناتجة. ويسمى هذا التداخل الإضافي بالتداخل البناء (كما هو موضح في الشكل (12.أ)).

التداخل الهدام: الشكل (12 ب) يوضح التداخل الهدام لموجات الضوء إذا تزامنت قمم موجة واحدة مع قيعان الموجة الأخرى، فإن السعة الناتجة تقل أو قد تلغى تماماً، كما هو موضح في الشكل (12 ب). وهذا ما يسمى بالتداخل الهدام. والنتيجة هي حالة الإلغاء التام للضوء (السواد).

كان توماس يونج فيزيائياً في أوائل القرن التاسع عشر أثبت التداخل من خلال إظهار أن الضوء ظاهرة موجية، كما افترض أن ألواناً مختلفة من الضوء تتكون من موجات بأطوال مختلفة. وكان هذا يتعارض مع الرأي السائد في ذلك الوقت، والذي كان متحيزاً على نطاق واسع نحو نظرية أن الضوء عبارة عن تيار من الجسيمات. في عام 1801، أجرى يونج تجربة قدمت دليلاً مهماً على أن الضوء المرئي له خصائص تشبه الموجات. يطلق عليها "تجربة الشق المزدوج"³³

تجربة الشق المزدوج: الشكل (13.أ) رسم تخطيطي يوضح تجربة يونج للشق المزدوج، حيث يُسمح لضوء الليزر المتماسك بإضاءة حاجز يحتوي على فتحتين صغيرتين تسمحان بمرور جزء فقط من

الضوء. يتم وضع شاشة في المنطقة خلف الشقين، ويصبح نمط من نطاقات التداخل الحمراء الزاهية والداكنة مرئياً على الشاشة.



أ. يوضح تجربة الشق المزدوج للأمواج الضوئية ب: يبين تداخل الأمواج الصوتية المشابه للأمواج الضوئية

الشكل (13)

تلتقي الموجات في خطوة (أو في طور؛ بشكل تكون فيه متوافقة مع بعضها البعض (تداخل بناء))، وفي بعض الأحيان تلتقي خارج الخطوة (خارج الطور أي متعاكسة مع بعضها البعض؛ تداخل مدمر)، وفي بعض الأحيان تلتقي متوافقة جزئياً في الخطوة.

عندما تلتقي الموجات متوافقة في الخطوة، فإنها تضاف معاً بسبب التداخل البناء، ويتم عرض منطقة ساطعة على الشاشة. في المناطق التي تلتقي فيها الموجات خارج الخطوة تماماً (متعاكسة)، فإنها تطرح من بعضها البعض بسبب التداخل المدمر، وستظهر منطقة مظلمة في ذلك الجزء من الشاشة. غالباً ما يشار إلى الأنماط الناتجة على الشاشة، وهي نتاج التداخل بين شعاعي الضوء الليزريين المنحرفين، باسم أهداب التداخل.

تم ابتكار أنواع أخرى من التجارب لإثبات الطبيعة الموجية للضوء وتأثيرات التداخل. وأبرزها تجربة المرآة المفردة لـ Humphrey Lloyd وتجربة المرآة المزدوجة والمنشور الثنائي التي ابتكرها Augustin Fresnel. إن هذه الخاصية للضوء لها عدة تطبيقات مثل التصوير الهولوجرافي الذي يظهر صورة ثلاثية الأبعاد.

إن خاصية التداخل هذه تنطبق على جميع أنواع الأمواج فعلى سبيل المثال الموجات المستحثة في بركة ماء راكدة.

أيضاً الأمواج الصوتية ينطبق عليها خواص التداخل هذه، في الشكل (13.ب)، يوجد مصدران للأمواج متوافقتين، نلاحظ في الشكل كيفية تداخل الموجتين المشابه تماماً للتداخل الحاصل للأمواج الضوئية.

دعونا نناقش (بشكل منطقي) فيما إذا كان الضوء لا ينتقل عبر وسط ما يحمله، فكيف يتم هذا التداخل بين الأمواج ليرسم لنا على الشاشة أهداباً مضيئة وأهداباً مظلمة، بحيث يتصرف بشكل مشابه للأمواج الصوتية وغيرها من الأمواج التي لا يمكن تخيل حدوثها دون وجود وسط تنتقل من خلاله، وما هي ماهية هذا الفوتون الذي يحقق هذا التداخل بدون الحاجة إلى وسط ينتقل من خلاله؟

بالإضافة إلى ما سبق ذكره هناك حالة الطنين الكهربائي والمغناطيسي والكهرطيسي والتي لها الكثير جداً من التطبيقات التكنولوجية، وهي أيضاً تشابه حالات الطنين للأمواج الصوتية وغيرها من الأمواج.

إن هذا التشابه بالخواص بين الأمواج الكهرطيسية والأمواج الصوتية وغيرها من الأمواج لا يمكن أن يكون مجرد مصادفة، دون أن يتعلق بطبيعة هذه الأمواج، والإكتفاء بالقول أن الفوتون له طبيعة كمية دون بيان ماهية هذه الطبيعة أمر غير مقبول، فليس هناك طبيعة أو ماهية منطقية للفوتون تعطيه الصفة الموجية ما لم يكون عبارة عن موجة في وسطٍ ما.

3-2-3-3 الخاصية الكمية للضوء:

استحالة أن يكون للضوء طبيعة جسيمية:

ولكن كيف نبرر الصفة الكمية التي يظهرها الفوتون في بعض التجارب (مثل تأثير كومبتون) وخاصة أن نظرية البنيان السماوي تعطي الفوتون صفة موجية فقط ضمن نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني)!

سيتولد في محيط الشحنة حقل كهربائي، إن هذا الحقل سيبقى ساكناً مادامت الشحنة ساكنة، وما إن تتحرك الشحنة بحركة اهتزازية حتى تتشكل الأمواج الكهرطيسية بنفس تردد حركة الشحنة.

وهذا يشبه تماماً عندما نمسك طرف حبل مثبت من الطرف الآخر، سيبقى الحبل ساكناً مادامت يدنا ساكنة وما إن نقوم بحركة اهتزازية بيدنا حتى تتولد في الحبل أمواج تنتقل من خلال ذلك الحبل.

والسؤال هنا أين كانت الفوتونات (كمات الطاقة) الكهرطيسية قبل أن تتحرك الشحنة الكهربائية؟ ولماذا تولدت هذه الفوتونات مع الحركة؟

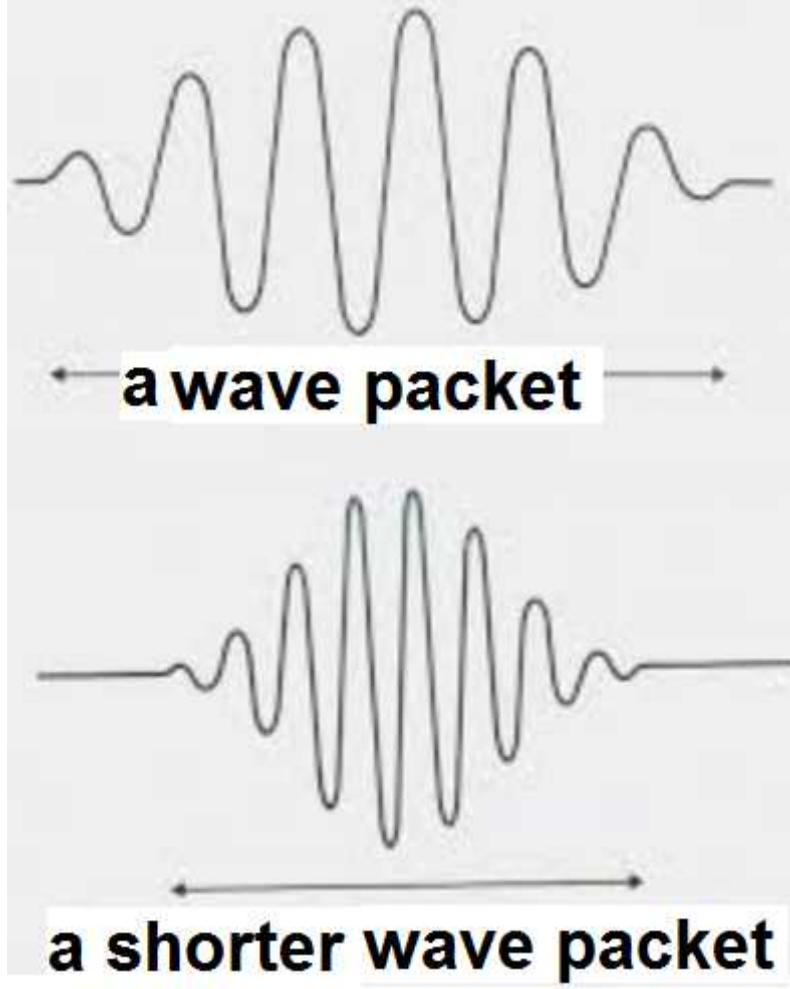
ولكن في مثالنا السابق كانت الشحنة المتحركة تولد حقل كهربائي فقط فمن أين أتت تغيرات الحقل المغناطيسي؟ في الحقيقة حتى هذه الظاهرة أيضاً مشابهة إلى ما يحدث في الأمواج الصوتية، فالأمواج الصوتية عندما تعبر من وسط إلى وسط آخر يحدث فيها ما يسمى بالإنكليزي mode Conversion أي تحول نظام فإذا كانت الأمواج طولية يتشكل عند الحد الفاصل بين وسطين تحول جزء من طاقة الأمواج إلى أمواج عرضية فيتشكل في الوسط الثاني أمواج طولية + أمواج عرضية.

وهذا تماماً ما يحدث في مثالنا السابق فإن تغيرات الحقل الكهربائي عندما تعبر الوسط الذي هو نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) من خلال فقاعات الطاقة المظلمة يحدث mode Conversion عند أغشية الفقاعات بشكل مشابه للأمواج الصوتية، لذلك لا يمكن توليد أمواج كهربائية مستقلة أو أمواج مغناطيسية مستقلة في الهواء أو الفراغ وذلك لأن الوسط الذي هو نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) سيشكل الأمواج الأخرى.

إن نظرية البنيان السماوي تعطي تفسيراً منطقياً يتوافق مع جميع الملاحظات في الواقع.

في الفرضية الرابعة الخاصة 2-4-11 تعطينا تفسيراً منطقياً للصفة الكمية للفوتونات الضوئية.

حيث تفرض هذه الخاصية أن الضوء عبارة عن دفقات من الأمواج في شبكة نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) ويمثل الشكل (15) شكل هذه الدفقات،



الشكل (15): يوضح شكل الفوتونات الضوئية التي تطلقها الذرات

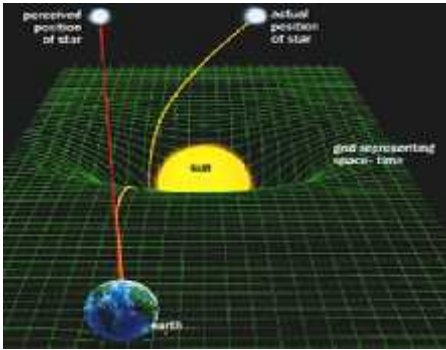
كما تفرض هذه الخاصية السابقة الذكر أن فقاعة الطاقة المظلمة تمتص الفوتون ثم تطلقه دون تأخر زمني وبالتالي فإن غشاء الفقاعة المحيط بتلك الدفقة من الأمواج يحافظ عليها مستقلة ويعطيها الصفة الكمية للفوتونات، أما بالنسبة لألية امتصاص وإطلاق الفقاعة للأمواج الكهرطيسية فهناك العديد من الأمثلة المشابهة لها، من هذه الأمثلة تفاعلات الضوء المرنة ففي هذه التفاعلات التي تحدث بين الفوتونات وذرات المواد، تحافظ الفوتونات في هذا النوع من التفاعلات على طاقتها (ترددتها) إلا أنها قد لا تحافظ على اتجاهها وذلك عند انتقالها من وسط لآخر وطالما هي في نفس الوسط فلا يتغير الاتجاه وكذلك يحدث عند انتقال الفوتون من فقاعة إلى فقاعة يحافظ الفوتون على اتجاهه وطاقته إلا في حالة اختلاف ضغط أو كثافة الفقاعات.

أما عملية امتصاص وإطلاق الفقاعة للفوتون دون تأخر زمني فيمكن تمثيله بالمثال السابق في الحبل المثبت من طرفه والذي تمر من خلاله الأمواج، إن نقطة التثبيت تتعرض للموجة الواردة فتمتص طاقة هذه الموجة وتطلق تلك الطاقة بنفس اللحظة تماماً دون أي تأخير زمني بالإتجاه العكسي لتطلق الموجة المنعكسة، على الرغم من أن نقطة التثبيت لا تهتز إلا أنها تمتص طاقة الموجة الواردة وتطلق الموجة المنعكسة بنفس اللحظة تماماً.

إن إصدار الذرات للفوتونات قد يترافق مع إصدارها بعض أنواع الجسيمات، هذه الجسيمات قد يكون بعضها قابل للكشف بواسطة أجهزتنا المستخدمة في عمليات الرصد والبعض الآخر غير قابل للرصد (أي أنه ينتمي لجسيمات السائل الفلكي (جسيمات المادة المظلمة))، وهذه الجسيمات تمتلك طاقة حركية (كالجسيمات الناتجة عن الشمس التي تدفع أشعة المراكب الفضائية)، وسيتم في نظرية البنين الذي مناقشة كيفية تفاعل الفوتونات الضوئية مع ذرات المادة.

3-3-2-4 عدسة الجاذبية:

انحراف الضوء عند مروره قريباً من الأجرام السماوية، استطاع اينشتاين أن يتنبأ برؤية النجم

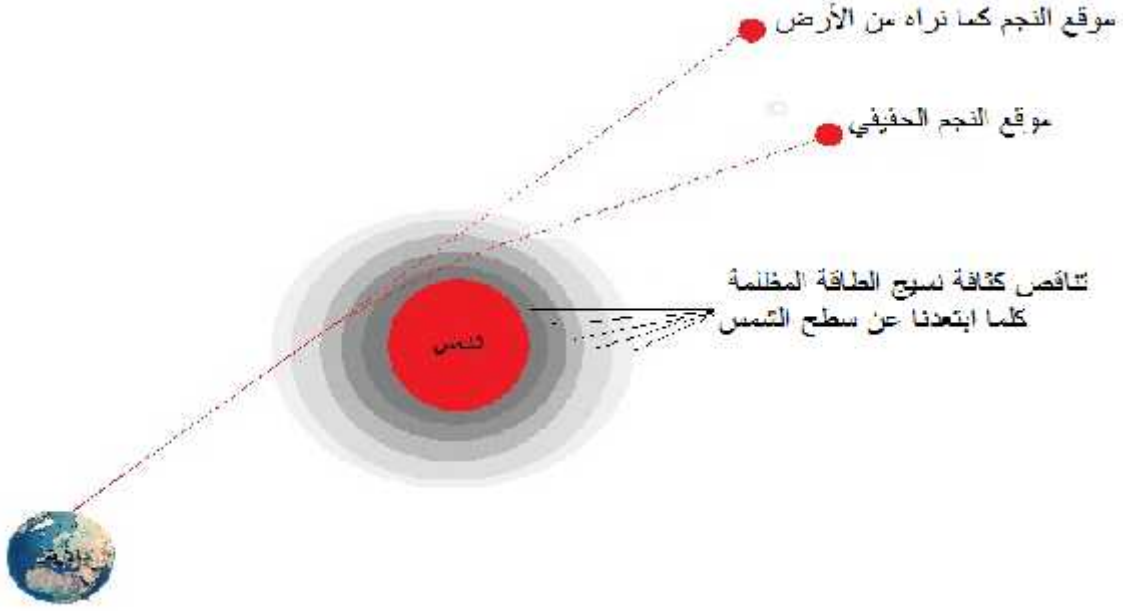


الشكل (16)

إلا أنه فسرها على أنها نتيجة انحناء الزمكان كما في الشكل (16) أما التفسير الحقيقي لتلك الظاهرة فهو كما يلي:

وفقاً لنظرية البنين السماوي ينبع النسيج الكوني من الأجرام السماوية ثم ينتشر بالفضاء المحيط، وفي حالة الأجرام السماوية الضخمة جداً مثل الشمس تزداد كثافة وضغط النسيج الكوني في المنطقة المحيطة بالجرم، المختفي خلف الشمس أثناء حادثة الكسوف للشمس.

إن كتلة الشمس الكبيرة جداً تجعل كثافة نسيج الطاقة المظلمة (النسيج الكوني) القريب من الشمس كبير، بالإضافة إلى وجود ذرات الغلاف الشمسي التي تزيد أيضاً من كثافة النسيج الكوني، واللذان يكونان معاً وسطاً ذا كثافة عالية بالنسبة للوسط البعيد عن الشمس ونعلم أن الضوء عندما ينتقل من وسط ذو كثافة منخفضة إلى وسط ذو كثافة عالية فإنه ينكسر



الشكل (17)

يعمل الغلاف الشمسي كعدسة محدبة يزيد زاوية انكسار ضوء الشمس مع العلم أن الشمس تتكون من غازات ملتهبة، ولذلك فإن الطبقات العليا من الشمس أيضاً ممكن أن تعمل كعدسة محدبة. لكن لماذا حادثة الانكسار هذه لا تتبع قوانين الانكسار المعروفة وإنما تتبع للعلاقات التي وضعها اينشتاين؟ وفقاً لنظرية البنيان السماوي فإن فقاعات الطاقة المظلمة تتدفق من الشمس باتجاه المحيط ويعتمد كل من كثافتها وضغطها على كتلة الجرم السماوي، وبما أن الشمس تمتلك كتلة ضخمة جداً لذلك تكون كثافة وضغط فقاعات الطاقة المظلمة بالقرب من سطح الشمس عالية وتتناقص تدريجياً كلما ابتعدنا، وتتناقص هذه الكثافة بالابتعاد عن الشمس يؤدي إلى انكسار الشعاع الضوئي القادم من خلف الشمس باتجاه الأرض، إن هذه الظاهرة كما نلاحظ لاتعتمد على اختلاف الكثافة بين وسطين ماديين (مكونان من ذرات) والذي يؤدي إلى انكسار الشعاع الضوئي عند الانتقال من احدهما إلى الآخر، وإنما تعتمد بشكل رئيسي على كتلة الجرم السماوي فكما كانت كتلة الجرم السماوي أكبر تكون أكثر وضوحاً وتُلاحظ عند الأجرام ذات الكتل الضخمة مثل النجوم والثقوب السوداء والمجرات الكبيرة. كما سبق وبينت إن كل من نظرية السائل الفلكي ونظرية البنيان السماوي لا تتعارضان مع معادلات النسبية الخاصة والعامة، ومعادلات نظرية الكم، وإنما تتعارضان مع التفسيرات الفيزيائية اللانطقية للظواهر الكونية، مثل وجود ما يسمى نسيج الزمكان.

ومن هنا نلاحظ أن كل من النسبية العامة والبنيان السماوي تكون فيها كتلة الجرم السماوي هي من تحني الشعاع الضوئي القادم من خلف الشمس، إلا أن الفرق بينهما يكون في التفسير الفيزيائي لهذا الانكسار فانحناء الشعاع الضوئي في النسبية العامة ناتج عن انحناء نسيج الزمكان، هذا النسيج التخيلي وهو نسيج غير مادي ولا كتلة له وبالتالي فهو أقرب مايكون للشبح، بينما يكون الانحناء في

نظرية البنيان السماوي ناتج عن تغير في كثافة وضغط نسيج الطاقة المظلمة وهو نسيج مادي وله كتلة بل إن كتلته تشكل حوالي 70 % من الكتلة الكلية للكون.

تعمل المجرات والثقوب السوداء الضخمة عمل المكبرات وتحرف أشعة النجوم والمجرات التي خلفها. في البحث العلمي على الموقع (<https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=79923>)، تم اشتقاق زاوية انحراف الضوء من نجم بعيد يقع خلف جسمًا ضخماً بحل دقيق، استناداً إلى قانون نيوتن الكلاسيكي للجاذبية $F = GMm_0/r^2$ ، حيث m_0 هو كتلة الفوتون المفروض الذي يتم حسابه من طاقة الفوتون من الشكل m_0c^2 و h والتي تعطي $m_0 = hv/c^2$ و M كتلة الجرم السماوي والذي أعطى حلاً أكثر دقة من النتيجة التي قدمتها النسبية العامة بناءً على مقياس شفارتزشيلد (هذا الحل الذي بقي ولفترة طويلة من الزمن دليلاً على صحة النسبية). إن هذا الحل يؤكد ارتباط انكسار الشعاع الضوئي بكتلة الجرم السماوي المسبب لهذا الانكسار وهو حل متوافق تماماً مع نظرية البنيان السماوي. فيما يلي نستعرض الجدول التالي الذي يقوم بالمقارنة بين نسيج الطاقة المظلمة في نظرية البنيان السماوي ونسيج الزمكان في نظرية النسبية.

أوجه المقارنة	نسيج الزمكان في النظرية النسبية	النسيج الكوني في نظرية البنيان السماوي
ماهية النسيج	نسيج مكون من الزمان والمكان، وهو نسيج غير مادي (أي أنه ليس نسيج حقيقي مادي ملموس وبالتالي فهو نسيج تخيلي أو نسيج شبحي)	نسيج مادي مكون من جسيمات مترابطة مع بعضها البعض لتشكل ما يشبه الخيوط أو الأوتاد ذات أقطار بالغة الصغر لتشكل خلايا أشبه بالفقاعات تملأ الكون
ماهية الضوء	هو فوتونات (حزم طاقة) لا تمتلك كتلة وتمتلك ترددات بطريقة غير معروفة وتتأثر بنسيج الزمكان فتتحني بانحناءه بطريقة وأسباب غير معروفة	عبارة عن أمواج عرضية وطولية في نسيج الطاقة المظلمة، تنكسر هذه الأمواج عند عبورها بين وسطين ذو كثافة مختلفة
سرعة الضوء	ثابتة لأسباب غير معروفة	تعتمد سرعة الأمواج الكهرومغناطيسية على كثافة الوسط الذي تعبر من خلاله، وبما أن الوسط هنا هو النسيج الكوني وهو ذو كثافة ثابتة تقريباً في جميع أرجاء الكون (باستثناء داخل المادة الذرية) فلذلك سرعة الضوء ثابتة وتختلف باختلاف الوسط المادي الذي تعبره

الجدول 2

4- الاستنتاجات:

لم يستطع العلماء منذ القرن السادس عشر وحتى بدايات القرن العشرين أن يتوصلوا إلى بنية معينة لما يسمى الأثير تتوافق مع جميع الظواهر الفلكية فعلى سبيل المثال عندما يتوافق هذا الأثير مع القوى الكهرطيسية نجده يتعارض مع قوة الثقالة وعندما يتوافق مع قوة الثقالة نجده يتعارض مع القوى الكهرطيسية مما جعل قسم كبير من العلماء يرفضون فكرة الأثير، وأصبح العلماء يعتمدون على المعادلات الرياضية المتوافقة مع التجارب العملية ولا يعتمدون على المبادئ الفيزيائية الصحيحة، الأمر الذي أبطأ من وتيرة تسارع التقدم العلمي.

إن تجربة ميكلسون ومورلي مع تجربة ميكلسون غل بيرسون اللتان قضتا على فكرة الأثير هما نفسهما يؤكدان صحة نظرية البنين السماوي، فهتان التجريبتان تتوافقان مع فرضيات النظرية رياضياً وبنفس الوقت يعطيان تفسير فيزيائي منطقي للتجريبتين، بينما وعلى الرغم من أن نظرية النسبية تتوافق مع التجريبتين رياضياً إلا أنها تعطي تفسيرات فيزيائية لا منطقية

إن كل من نظرية البنين السماوي في هذا البحث ونظرية السائل الفلكي سابقاً ونظرية البنين الذري لاحقاً استطاعوا وصف كيفية تشكل مايسمى بقوى الطبيعة دون الحاجة للجوء إلى فرضيات لا منطقية، لتضع كل منهم الأساس الذي يجب أن تبنى عليه الفيزياء الحديثة.

كما استطاعت نظرية البنين السماوي تفسير ماهية الطاقة المظلمة التي كانت ولا زالت إلى يومنا هذا لغزاً محيراً للعلماء في كيفية كونها سبباً في تسارع التوسع الكوني.

واستطاعت أيضاً تفسير كيفية انتقال الأمواج الكهرطيسية في الفراغ بشكل منطقي دون الحاجة إلى اللجوء إلى افتراضات تخيلية لا منطقية، كما وضعت المبادئ التي تقوم عليها كيفية تشكل الحقول الكهرطيسية والمغناطيسية والتي تعتبر السبب في تشكل القوى الكهرطيسية، حيث سيتم التوسع في شرح هذه الحقول الكهرطيسية في نظرية البنين الذري.

إن كل من نظرية السائل الفلكي ونظرية البنين السماوي (ونظرية البنين الذري لاحقاً) متوافقة مع بعضها البعض ولا يوجد بينها أي تعارض وبنفس الوقت قادرة على بناء فيزياء حديثة بشكل منطقي وذلك بخلاف نظريتي النسبية بشقيها الخاصة والعامة وميكانيكا الكم اللذان تتعارضان فيما بينهما، فصحة أحدهما تقتضي بطلان الآخر.

وأخيراً على المجتمع العلمي أخذ كل من نظرية السائل الفلكي ونظرية البنين السماوي على محمل الجد وتأكيد صحتها بأسرع ما يمكن، إذ أنه ليس من المعقول أن تستمر كل من نظرية النسبية

ونظرية الكم بالسيطرة على المجتمع العلمي لمدة أكثر من 100 عام على الرغم من الأفكار
الفيزيائية الشبحية واللامنطقية التي تحتويها كل من هاتين النظريتين

المراجع العلمية:

- 1- Ahmad Al-Tahan "نظرية السائل الفلكي" The general science journal, April 30, 2021
<https://www.gsjournal.net/ScienceJournals/Research%20Papers/View/8769>
- 2- Ahmad Al-Tahan "لماذا تدور الأغلفة الجوية للكواكب أسرع من الكوكب نفسه" The general science journal, July 1, 2022
<https://www.gsjournal.net/Science-Journals/Research%20Papers-Astronomy/Download/9255>
- 3- Ahmad Al-Tahan "مقارنة بين نظرية النسبية ونظرية السائل الفلكي" The general science journal, September 20, 2021
<https://www.gsjournal.net/Science-Journals/Research%20Papers-Relativity%20Theory/Download/8930>
- 4- Ahmad Al-Tahan "مدارات الكواكب وكويكبات طروادة تؤكد صحة نظرية السائل الفلكي" The general science journal, June 6, 2022
<https://www.gsjournal.net/Science-Journals/Research%20Papers-Astrophysics/Download/9225>
- 5- Ahmad Al-Tahan "المد والجزر الكوني يؤكدان صحة نظرية السائل الفلكي" The general science journal, September 20, 2021
<https://www.gsjournal.net/Science-Journals/Research%20Papers-Gravity/Download/9368>
- 6- Anto. I. Lonappan, Sumit Kumar, Ruchika, Bikash R. Dinda, Anjan A Sen "Bayesian Evidences for Dark Energy models in light of current observational data" Phys. Rev. D 97, 043524 (2018)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.97.043524>
- 7- Ade, P. A. R.; **Aghanim, N.**; Alves, M. I. R.; et al. (Planck Collaboration) (22 March 2013). "Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results –

Table 9". *Astronomy and Astrophysics*. 571:

A1. [arXiv:1303.5062](#). [Bibcode:2014A&A...571A...1P](#). [doi:10.1051/0004-6361/201321529](#). [S2CID 218716838](#).

8– Ade, P. A. R.; [Aghanim, N.](#); [Alves, M. I. R.](#); et al. (Planck Collaboration) (31 March 2013). "Planck 2013 Results Papers". *Astronomy and Astrophysics*. 571:

A1. [arXiv:1303.5062](#). [Bibcode:2014A&A...571A...1P](#). [doi:10.1051/0004-6361/201321529](#). [S2CID 218716838](#). Archived from [the original](#) on 23 March 2013.

9– *"First Planck results: the Universe is still weird and interesting"*. 21 March 2013. Archived from [the original](#) on 2 May 2019. Retrieved 14 June 2017.

10– Sean Carroll, Ph.D., Caltech, 2007, The Teaching Company, *Dark Matter, Dark Energy: The Dark Side of the Universe*, Guidebook Part 2. p. 46. Retrieved 7 October 2013, "...

11– Caldwell, R. R. (2002). "A phantom menace? Cosmological consequences of a dark energy component with super-negative equation of state". *Physics Letters B*. **545** (1–2): 23–29. [arXiv:astro-](#)

[ph/9908168](#). [Bibcode:2002PhLB..545...23C](#). [doi:10.1016/S0370-2693\(02\)02589-3](#). [ISSN 0370-2693](#). [S2CID 9820570](#)

12– [Carroll, Sean](#) (2001). "[The cosmological constant](#)". *Living Reviews in relativity*. **4** (1): 1. [arXiv:astro-](#)

[ph/0004075](#). [Bibcode:2001LRR.....4....1C](#). [doi:10.12942/lrr-2001-1](#). [PMC 5256042](#). [PMID 28179856](#). Archived from [the original](#) on 13 October 2006. Retrieved 28 September 2006.

13– [Carroll, S.M.](#) (1998). "[Quintessence and the Rest of the World:](#)

[Suppressing Long-Range Interactions](#)". *Phys. Rev. Lett.* **81**: 3070. [arXiv:astro-](#)

[ph/9806099](#). [Bibcode:1998PhRvL..81.3067C](#). [DOI:10.1103/PhysRevLett.81.3067.14](#)– [Wetterich, C.](#) "[Quintessence --a fifth force from variation of the](#)

fundamental scale" (PDF). Heidelberg University. الأصل مؤرشف من (PDF) في 02-11-2021.

15- [^] Dvali ،Gia؛ Zaldarriaga ،Matias (2002). "Changing With Time: Implications For Fifth-Force-Type Experiments And Quintessence" (PDF). *Physical Review Letters*. ج. 88 ع. 9: .
091303. arXiv:hep-ph/0108217. Bibcode:2002PhRvL..88i1303D. DOI:10.1103/PhysRevLett.88.091303. PMID:11863992. S2CID:32730355. الأصل مؤرشف من (PDF) في 2020-19-05.

16- [^] Cicoli, Michele; Pedro, Francisco G.; Tasinato, Gianmassimo (23 July 2012). "Natural Quintessence in String Theory" – via arXiv.org. نسخة محفوظة 28 واي باك مشين يونيو 2021 على موقع

17- Marcondes, Rafael J. F. (5 October 2016). "Interacting dark energy models in Cosmology and large-scale structure observational tests". arXiv:1610.01272 [astro-ph.CO]

18- Wiltshire, David L. (2007). "Exact Solution to the Averaging Problem in Cosmology". *Physical Review Letters*. 99 (25): 251101. arXiv:0709.0732. Bibcode:2007PhRvL..99y1101W. doi:10.1103/PhysRevLett.99.251101. PMID 18233512. S2CID 1152275.

19- [^] Ishak, Mustapha; Richardson, James; Garred, David; Whittington, Delilah; Nwankwo, Anthony; Sussman, Roberto (2008). "Dark Energy or Apparent Acceleration Due to a Relativistic Cosmological Model More Complex than FLRW?". *Physical Review D*. 78 (12): 123531. arXiv:0708.2943. Bibcode:2008PhRvD..78i3531I. doi:10.1103/PhysRevD.78.123531. S2CID 118801032.

20 -[^] Mattsson, Teppo (2010). "Dark energy as a mirage". *Gen. Rel. Grav.* 42 (3): 567–599. arXiv:0711.4264. Bibcode:2010GRGr..42..567M. doi:10.1007/s10714-009-0873-z. S2CID 14226736.

- 21- [^] Clifton, Timothy; Ferreira, Pedro (April 2009). "Does Dark Energy Really Exist?". *Scientific American*. 300 (4): 48–55. [Bibcode:2009SciAm.300d..48C](#). [doi:10.1038/scientificamerican0409-48](#). [PMID 19363920](#)
- 22- [Davide Castelvecchi](#) (24 November 2020). "Hints of twisted light offer clues to dark energy's nature" <https://www.nature.com/articles/d41586-020-03201-8>
- 23- [Lindsay R. House](#) | Published: July 23, 2024 "What we do — and don't — know about dark energy" <https://www.astronomy.com/science/what-we-know-about-dark-energy/>
- 24- ["WMAP News: Facts"](#). NASA. مؤرشف من 22 أبريل 2008. في 05-2019-الأصل أبريل 2008. اطلع عليه بتاريخ 02-27-2008 <https://web.archive.org/web/20190502233547/https://map.gsfc.nasa.gov/news/facts.html>
- 25- ["WMAP News: Events"](#). NASA. مؤرشف من 17 أبريل 2008. في 05-2019-الأصل أبريل 2008. اطلع عليه بتاريخ 02-27-2008 <https://web.archive.org/web/20190502172850/https://map.gsfc.nasa.gov/news/events.html>
- 26- ["WMAP reveals neutrinos, end of dark ages, first second of universe"](#). NASA / WMAP team. 7 March 2008. Retrieved 27 April 2008. This article incorporates text from this source, which is in the [public domain](#).
- 27- تجربة ميكلسون ومورلي [//ar.wikipedia.org/wiki/تجربة_ميكلسون_ومورلي](https://ar.wikipedia.org/wiki/تجربة_ميكلسون_ومورلي) "تجربة ميكلسون ومورلي"
- 28- Michelson–Gale–Pearson experiment https://en.wikipedia.org/wiki/Michelson%E2%80%93Gale%E2%80%93Pearson_experiment

29- – “Analysis of the “Michelson–Gale–Pearson experiment””

<https://physics.bg/home/physics-problems/speed-of-light-constancy/michelson-gale-pearson-experiment/>

30- “تأثير سانياك” //ar.wikipedia.org/wiki/تأثير_سانياك

31- Paul Marmet “The GPS and the Constant Velocity of Light” ***Last checked 2018/01/15*** <http://www.newtonphysics.on.ca/illusion/>

32- – Stephan Gift “One-way light speed measurement using the synchronized clocks of the global positioning system (GPS)” researchgate. June 2010. Physics Essays 23(2). DOI:[10.4006/1.3361840](https://doi.org/10.4006/1.3361840)

33- Michael W. Davidson **OLYMPUS** <https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/primer/lightandcolor/interference/>