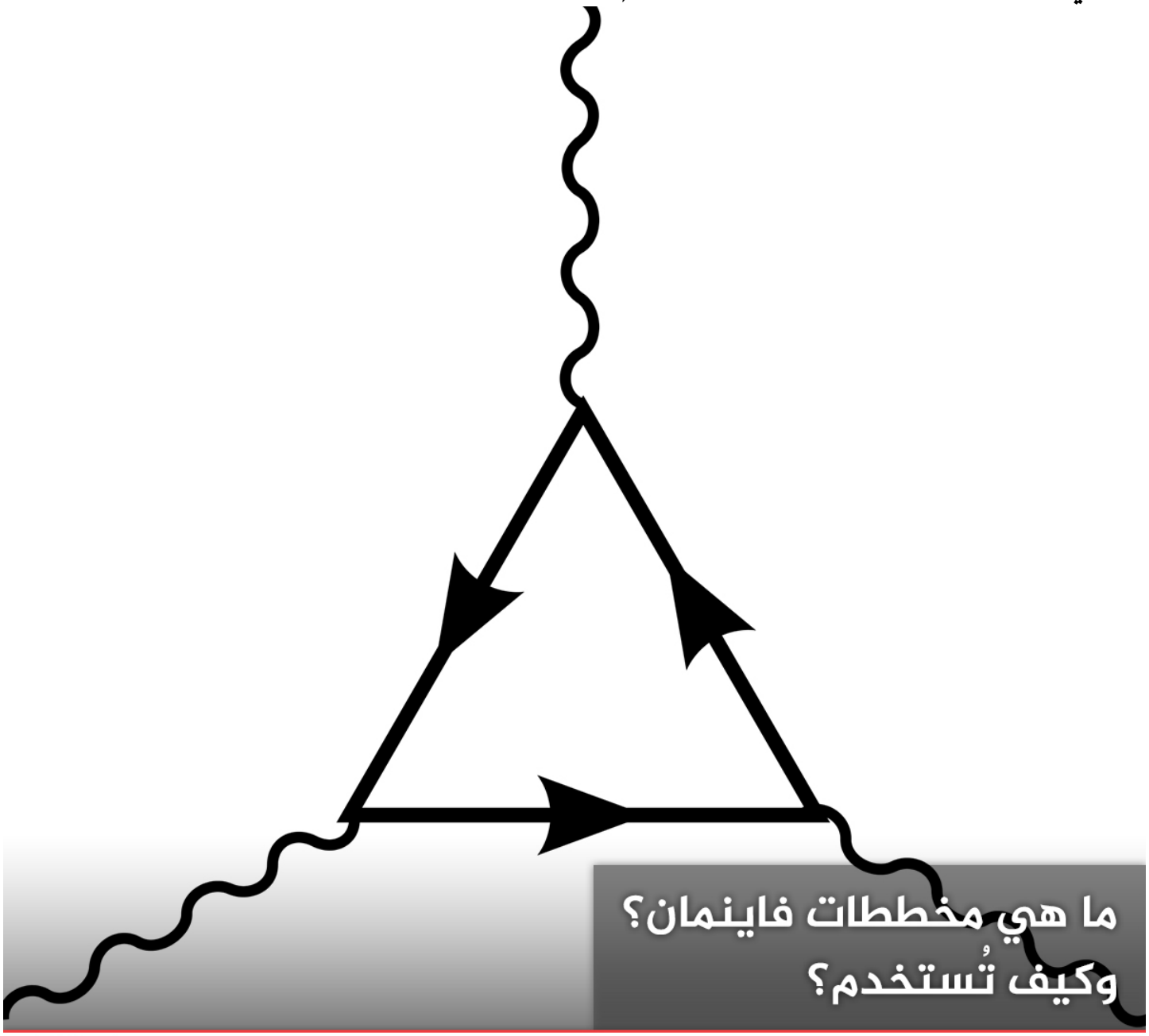
# ما هي مخططات فاينمان؟ وكيف تُستخدم؟



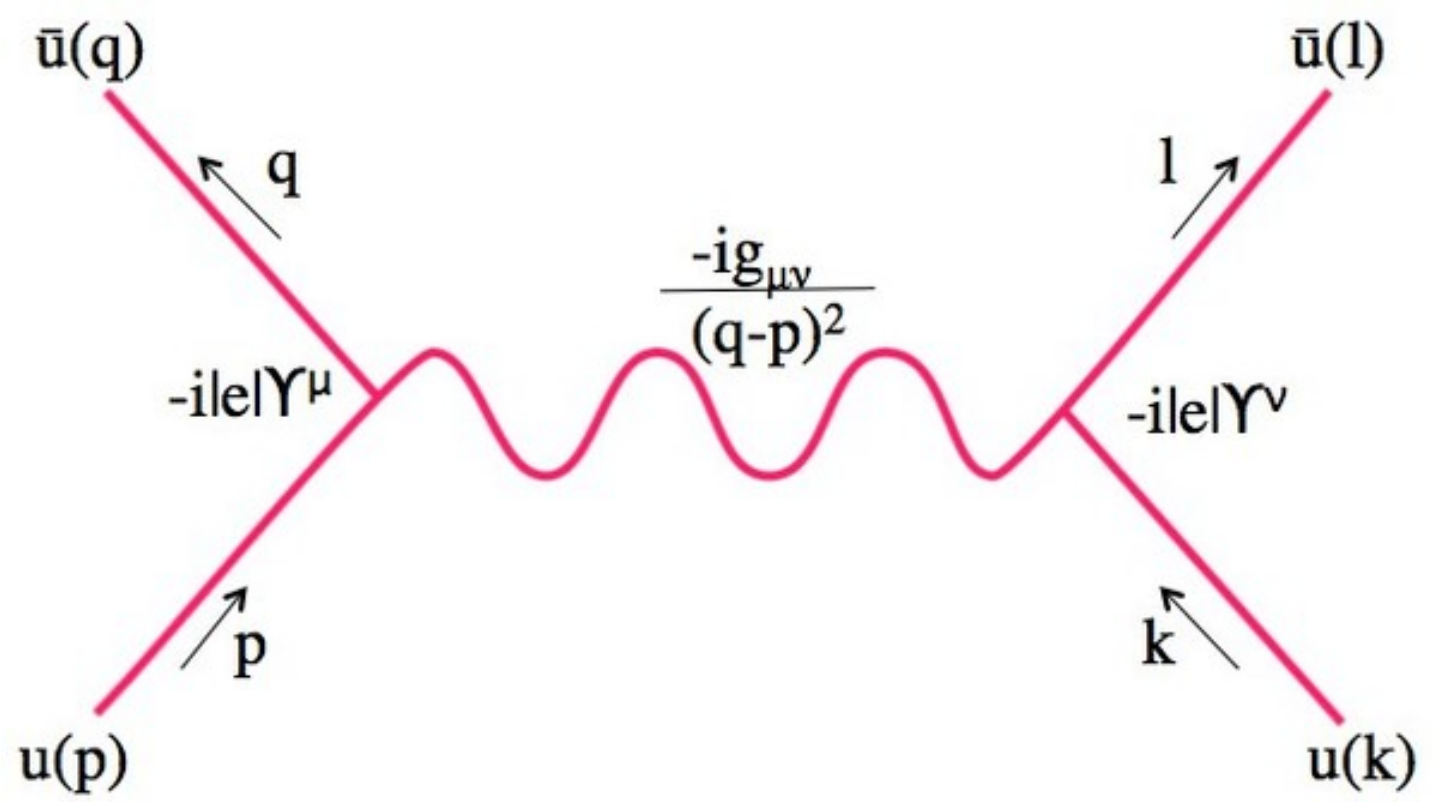

www.nasainarabic.net
@NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic NasaInArabic

**تُعتبر مخططات فاينمان طريقةً للبقاء على المسار، فالفيزيائيون ليسوا عباقرة أو أي شيء آخر، وغالبا ما يضلون بسهولة كبيرة.**

عندما تحاول حساب احتمالية تفاعل محدد لجسيم ما، فإنك ستجد نفسك تقوم بإضافة كل موقع وكمية حركة (زخم) محتملين لكل جسيم موجود في الدراسة. وأكثر من ذلك، فعندما يوجد عدة طرق مختلفة يُمكنك تبنيها للوصول إلى نتيجة خاصة، يتوجب عليك حينها تتبع كل الطرق المختلفة التي يُمكن للنتيجة الحدوث من خلالها.

مخططات فاينمان (**Feynman diagrams**) ليست مهمة تقنياً، لكنها تساعدك في تتبع المتحولات والتباديل؛ فقد تبين أن فيزياء الجسيمات أكثر تعقيداً بكثير مما نظن، وذلك يبقى صحيحاً إذا ما اعتقدت بأنها معقدة جداً.

وُضعت مخططات فاينمان في نفس الوقت الذي صِيغَ فيه مجال الإلكتروديناميك الكمومي (**quantum electrodynamics**) ـكما أعتقدـ ولم يقترح أحد أي نظام لمخططات أخرى. تسمح تلك المخططات بكتابة التكاملات المهمة على شكل صورة، مما يجعل منها أكثر قابلية للفهم بالنسبة لأي شخص. وفي النهاية حالما يُوضع المخطط، ويُصاغ التكامل ويُحسب بالاعتماد على المخطط، ينتهي المطاف بك بالحصول على سعة احتمالية (**probability amplitude**) للتفاعلات التي تحصل مع ذلك الجسيم.




مخطط فاينمان لتفاعل كولومب (القوة الكهربائية)، إضافة إلى أجزاء تكامل فاينمان الذي يصفها

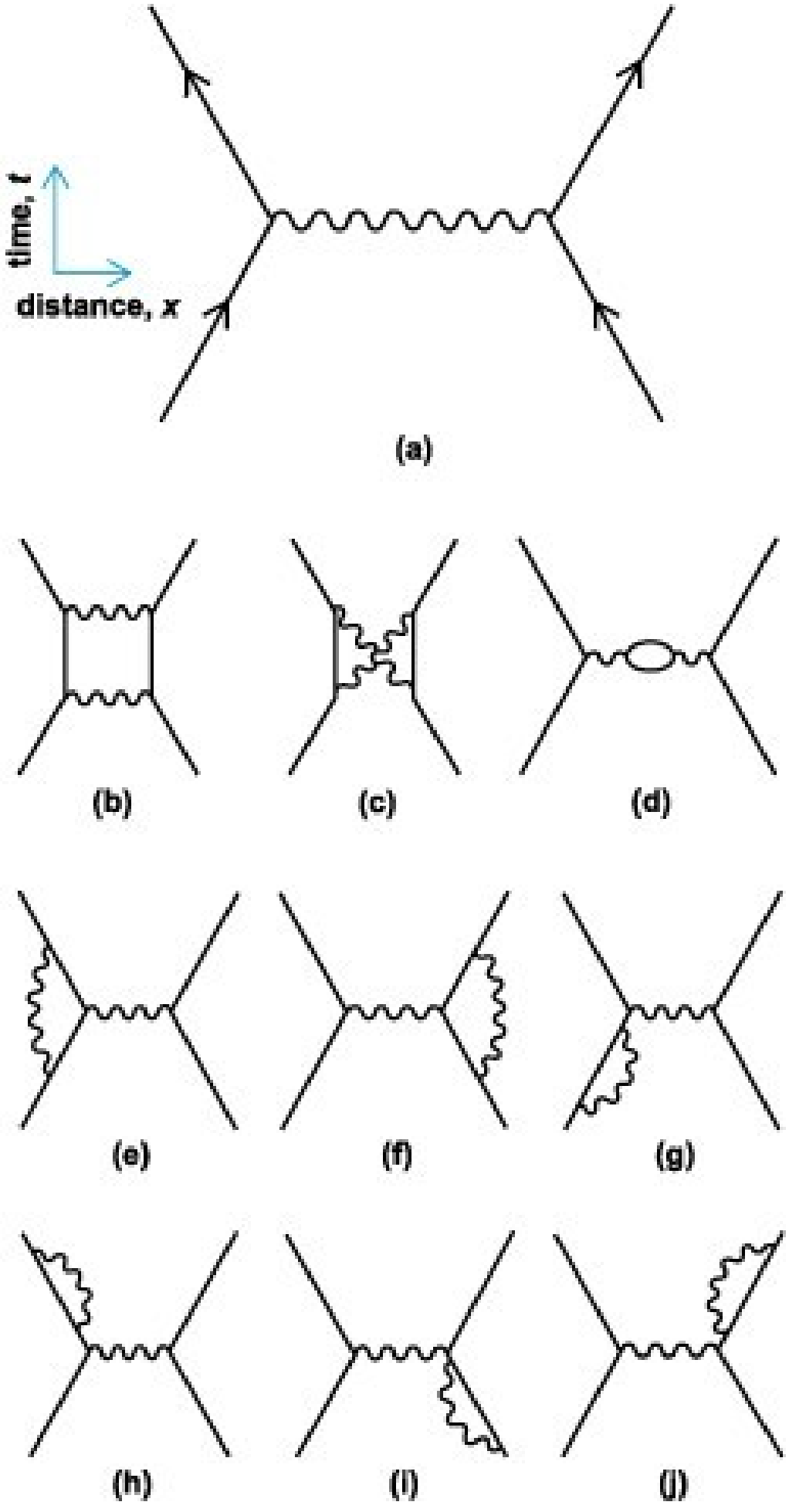
تُنقل القوة الكهربائية، أو ما يدعوه الفيزيائيون بقوة كولومب (**Coulomb force**)، بواسطة الفوتونات. ويعني ذلك أن الجسيمات المشحونة تجذب وتدفع بعضها بالبعض باستخدام الفوتونات. ويُوضح الرسم الموجود في الأعلى "**مخطط فاينمان الأول**" لالكترونين يتنافران. وتُعطى السعة الاحتمالية لالكترونين يتنافران ولهما كمية حركة مساوية لـ **p** و**k** قبل التصادم و**q** و**l** بعد التصادم، على التوالي بالعلاقة التالية:

(\(A=(-ie)^{2-}u(q) \gamma^ \mu u(p)\frac{-ig\mu v}{(q-p)^2} \gamma^ \mu u (k) \delta (p+k-q-l)\

وفي المعادلة يُشير الخط المتعرج إلى الفوتون الافتراضي، والخط الصلب إلى الإلكترونات. يتم تمثيل الزمن في هذا المخطط بشكلٍ عام كاتجاه شاقولي فيما يم تمثيل المكان بشكل أفقي، لكن تبين أنه عند الأزمنة والمسافات القصيرة جدًا لن يكون ذا أهمية.

إذا ما كنت تتساءل أيٌّ من تلك الجسيمات هو الافتراضي، وأيها الحقيقي، فعليك أن تعرف أن الجسيمات الافتراضية هي تلك التي تعلق داخل المخطط، أما الحقيقية فتلك التي تدخل وتخرج من المخطط، حيث يجري اكتشافها في مكانٍ ما.

يتمثل السبب في كون هذا المخطط من المرتبة الأولى في أنه لا يمثل الطريقة الوحيدة لحصول التفاعل، وإنما الأكثر ترجيحاً أيضاً. فكلما كانت احتمالات حصول التفاعلات أقل في نفس الوقت، فذلك يعني أنها تمتلك وزناً أصغر.

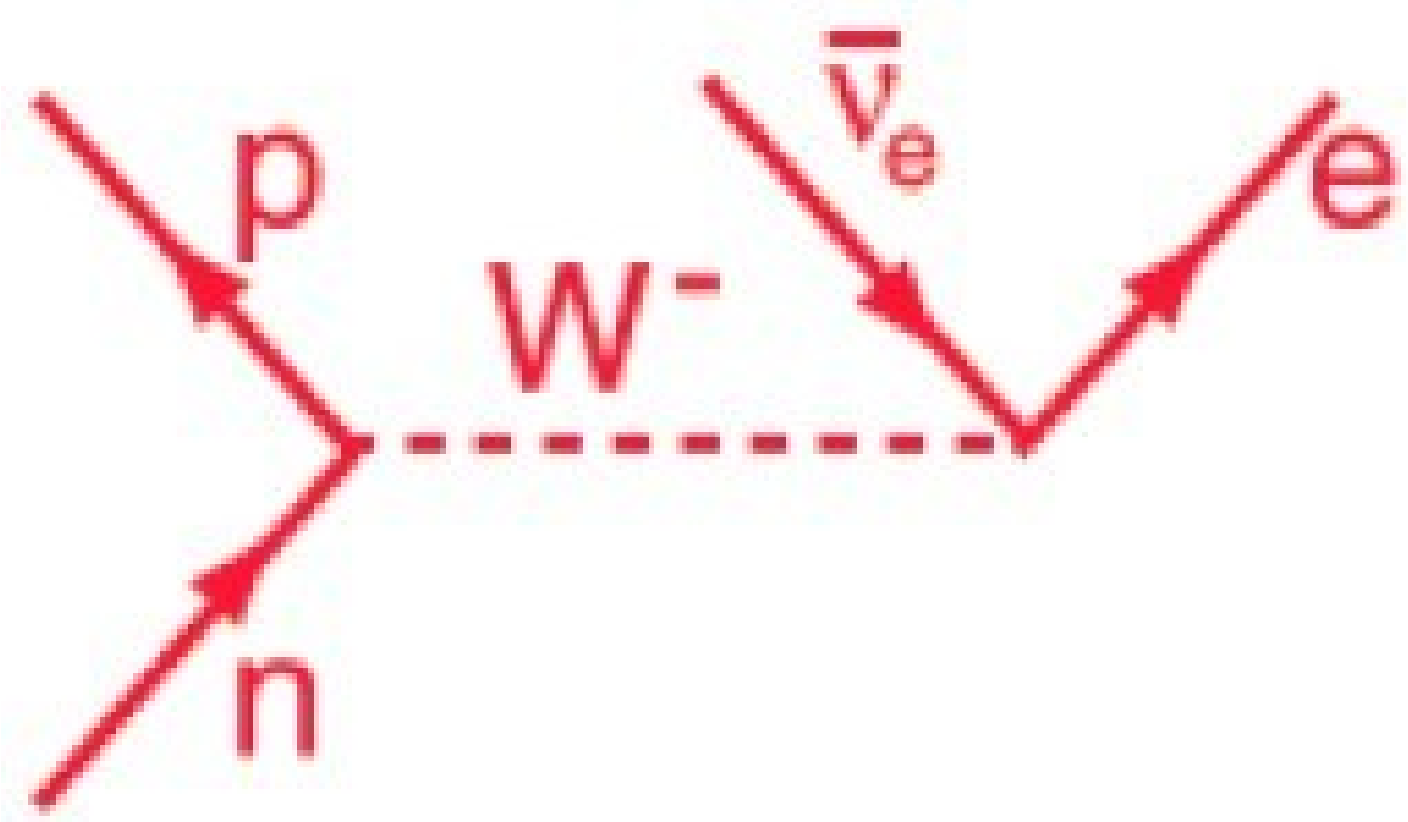

time, t
distance, x
(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
(g)
(h)
(i)
(j)

هناك الكثير من الطرق التي يُمكن من خلالها أن يحصل هذا التفاعل، وكلٌ منها لديه معادلته الخاصة (العديد منها متشابه). تساعد المخططات أيضاً في تعقب ومعرفة ما هي المعادلة الخاصة بكلٍ مخطط.

**كلما كان التفاعل أكثر تعقيداً، كان حدوثه أقل احتمالاً أيضاً، وكذلك مساهمته النهائية في السعة الاحتمالية، وفي الصورة الموضحة في الأعلى يُمكننا ملاحظة:**

- الجزأين **b** و**c** يُمثلان الحالة التي يتم خلالها تبادل فوتونين بدلاً من واحد.
- الجزء **d** يُمثل الحالة التي يتم خلالها خلق زوج الكترون/بوزيترون افتراضي نتيجة لتبادل الفوتونات.
- الجزأين **e** و**f** يُمثلان الحالة التي يمتلك خلالها الالكترونات فوتوناً افتراضياً أثناء عملية تبادل الفوتونات.
- الأجزاء **g** و**h** و**i** و**j** تمثل الحالة التي قد يُصدر فيها الإلكترون، أو يُعيد امتصاص، فوتون افتراضي مباشرة قبل/أو بعد تبادل الفوتونات.

**يُمكن تطبيق مخططات فاينمان على أشياء غير التفاعلات الكهرومغناطيسية، ويشمل ذلك على سبيل المثال تفكك النيوترون (neutron decay)، كما هو موضح في الصورة التالية:**




نيوترون يُصدر تلقائياً بوزون W يتحول بدوره إلى إلكترون ونيوترينو إلكترون مضاد.

لسوء الحظ إذا ما أردت تعلم كيفية استخدام مخططات فاينمان، عليك حينها الحصول على بكالوريوس في الفيزياء، وأخذ مجموعة من الدروس في نظرية الحقل الكمي في مدارس ما بعد التخرج. إنه أمر صعب لدرجة جنونية!

- التاريخ: 2016-08-25
- التصنيف: اسأل فلكي أو عالم فيزياء

#ميكانيك الكم #الفيزياء النووية #الفوتونات #البوزونات #مخططات فاينمان

## المصادر

- askamathematician
- الصورة

## المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- تحرير
  - أنس الهود
- تصميم
  - نادر النوري
- نشر
  - مي الشاهد