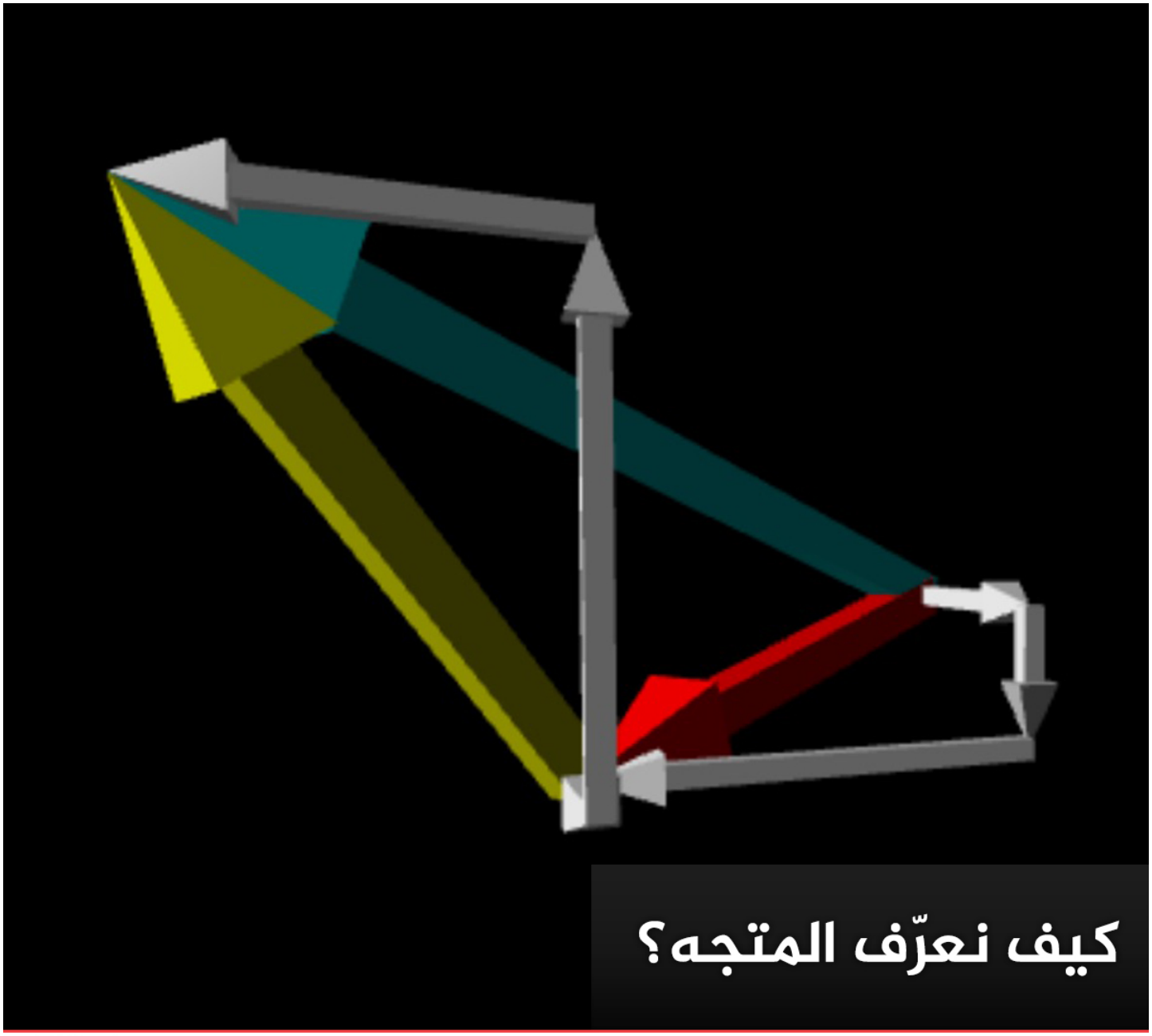
كيف نعرّف المتجه؟



توضيح بصري لعملية إضافة المتجهات بطريقة تقسيم المتجه إلى مكوناته الإحداثية، مرسومٌ باستخدام جلوسكربت. يمكنك الاطلاع على الرابط من هنا

عندما تفكر في المُتجه (**Vector**)، فإن كثيرًا من الناس يقفز إلى ذهنهم تعريف المتجه الذي يذكره فيكتور (وهو إحدى شخصيات فيلم "أنا الحقير"). ينص هذا التعريف على الآتي: "المتجه مصطلح رياضياتي، وهو عبارة عن كمية يمكن تمثيلها بواسطة سهم ولها اتجاه ومقدار. فيكتور هو أنا! لأنني أرتكب جرائم لها اتجاهات وقيم! نعم، هذا أنا!".

لكن، **ما هو المتجه حقًا؟** يعجبني التعريف التالي ـوهو ذات التعريف الذي أُعَلمه للطلبةـ المُتجه: هو كمية محددة بأكثر من عنصر (أي

أكثر من معلومة واحدة). هذا التعريف أفضل من تعريف "**المقدار والاتجاه**". ربما ضربُ بعض الأمثلة سيعين أكثر على فهم المتجهات. افترض أنني في حجرة، وأني أتحرك حول مواقع مختلفة لقياس درجة الحرارة. تمتلك درجة الحرارة في أي موقع من هذه المواقع عنصراً واحداً فقط (مثلاً 22° درجة مائوية). ولأن درجة الحرارة لها معلومة واحدة فإننا نُسمّيها كمية غير متجهة. ومن الأمثلة الأُخرى على الكميات غير المتجهة: الكتلة والشحنة الكهربية والقوة وفرق الجهد الكهربي.

افترض أني تحركت حول عدد من النقاط المختلفة في الحجرة لغرض تحديد منسوب تدفق الهواء. يمكن أن ينساب الهواء في أي موقع من هذه المواقع في ثلاث اتجاهات مختلفة (س، ص، ع) (**x,y,z**). حتى نقيس سرعة الهواء فعليًا في كل موقع نحتاج ثلاثة عناصر. نُسَمِي سرعة الهواء هذه بالمُتَجه (وهي متجه ثلاثي الأبعاد) لأن لها ثلاث معلومات لوصفها. من الأمثلة الأخرى على المتجهات: القوة، المجال الكهربي، العجلة (التسارع)، الإزاحة.

هل يمكن الحصول على متجه له أكثر أو أقل من ثلاثة عوامل؟ الإجابة هي نعم؛ ففي مسافات الفيزياء التمهيدية، من الشائع أن تُفحص المتجهات باستخدام بُعدَين فقط (س و ص)؛ (**x and y**) وذلك لغرض التبسيط. أيضاً، يمكنك الحصول على أربعة أو خمسة أبعاد أو حتى أكثر في المتجهات. المشكلة الوحيدة في المتجهات ذات الأبعاد الأكثر هي كونها عصية على التصور في فضاء ثلاثي الأبعاد.

المتجه الصفري

تَكمُن المشكلة الحقيقية مع تعريف "**القيمة والاتجاه**" للمتجهات في ما يُعرف بالمتجه الصفري. افترض أنك ترغب بتمثيل الإزاحة في بُعدِين اثنين. لو أنك بدأت من المنشأ وتحركت ثلاثة أمتار باتجاه س+ و مترين باتجاه ص-، فيمكنك التعبير عن الحدث كالتالي:

$$\Delta \vec{r} =(3\hat{x}-2\hat{y})m$$

إذا أردت إيجاد مقدار إزاحة هذا المتجه الذي يملك قيمة 3.61، فإنك ستكون قادراً على ذلك، النتيجة هي أنه يبتعد بزاوية 33.7° تحت محور السينات. ولكن ماذا لو أردت أن تمثل إزاحةً لمتجه لا يبتعد عن أصله أبدًا؟ يمكنني ببساطة أن أعبر عن ذلك المتجه بالصيغة الرياضياتية التالية:

$$\Delta \vec{r} =(0\hat{x}+0\hat{y})m$$

هل بالإمكان الحصول على قيمة هذا المتجه؟ نعم، من السهل جداً أن نرى أنّ للمتجه مقدراً يساوي 0 متر. ماذا عن الاتجاه؟ لو أن الإزاحة لم تتحرك فعلياً لأي مكان فلن تستطيع حقيقةً أن تحدد في أي اتجاه كانت. أفضل إجابة على سؤالنا في هذه الحالة هي قولك أن الاتجاه غير مُحدد. وعلى ذلك فإنها تمثل حالة للإزاحة بقيمة صفرية واتجاهٍ غير مُحدد. هل يعتبر هذا متجهًا؟ قطعاً نعم. والآن، هل أبدو انتقائياً كثيراً بشأن تعريف المتجه؟ ربما.

المُتجه الصفري في الفيزياء الفعلية

المتجه الصفري ليس صفراً. حتى أكون واضحاً، انظر معي إلى المعادلتين التاليتين:

$$r=0\ m\))\$$
$$(\ \(\vec{r} =(0\hat{x}+0\hat{y})m$$

هاتان القيمتان مختلفان؛ إذ لا يمكنك مساواة كمية متجهة بكمية غير متجهة. هذا الأمر ببساطة غير مسموح. ولكنه أيضاً قد يحدث! لقد كانت هذه المعادلة في أحد الكتب الحديثة للفيزياء التمهيدية. وهذا النص تحديداً هو الشكل الذي عُرِضَت به المعادلة في الكتاب.

$$(\Sigma \vec{F} =0\ )\$$

كان الكتاب الدراسي يحاول توضيح فكرة الجسم الموجود في وضع الاتزان، حيث تكون محصلة القوى على الجسم هي ذاتها المتجه الصفري له. ولكن هذه المعادلة تنص على أن إجمالي مجموع قوى المتجه يساوى صفراً (غير متجه). ولكن، لعلهم كانوا يستخدمون الرقم 0 للتعبير عن المتجه الصفري! هل كان من الممكن أن يصبح هذا الشرح مناسباً لو أنهم لم يستخدموا الأسهم للتعبير عن المتجهات الأُخرى؟ حسناً، الأمر ليس كذلك، فالمتجه الصفري يظل متجهاً. وأفضل طريقة لتوضيح المعادلة ستكون:

$$(\{Sigma \vec{F} =\vec{0\ )\$$

في هذه النسخة من المعادلة، هناك متجه يساوي متجهاً آخر. وهذا بالطبع أفضل من ذي قبل.

سأنهي كلامي بملحوظتين. أولاً، كنت قد تحدثت عن المتجهات من قبل. وقد كان أحد المنشورات المفضلة لدي هو الرد الذي قدمته لأكاديمية خان عن المتجهات . كان هذا هو الجزء الثاني من مناقشة جرت حول حل مسائل علم الحركة المجردة (الكينماتيكا) (**kinematics**) حيث كنت أجادل مدافعاً عن إمكانية استخدامنا للمتجهات حتى في مسائل البُعد الواحد. ثانياً، لو أردت إنشاء متجه مساو للمتجه الصفري، تأكد من أن تُسميه المتجه الصفري ولا تدعُه قط بالـ "**صفر**".

- التاريخ: 2016-01-17
- التصنيف: علوم أخرى

#المتجهات #فضاء ثلاثي الابعاد #المتجه الصفري

المصطلحات

- **الحركة (Kinematics)**: تُشير إلى الحسابات أو الوصف الموجود خلف آليات حركة جسم فلكي ما. على سبيل المثال، في علم الفلك الراديوي، يُستخدم مخطط الخط الطيفي من أجل حساب علم الحركة أو الحركات النسبية للمواد الموجودة في مركز مجرة ما أو في محيط نجم ما أثناء ولادته. المصدر: ناسا

المصادر

- wired

المساهمون

- ترجمة
  - هالة منير وهبة
- مُراجعة
  - عبد الرحمن سوالمه
- تحرير
  - بنان محمود جوابره
  - منير بندوزان
- تصميم
  - علي كاظم
- نشر
  - مي الشاهد