**الزخم**

المحتوى هنا ينقصه الاستشهاد بمصادر. يرجى إيراد مصادر موثوق بها. أي معلومات غير موثقة يمكن التشكيك بها وإزالتها. (مارس 2016)

الجيروسكوب يبقى شاقولياً أثناء دورانه بتأثير العزم الزاوي

الزخم الزاوي أو كمية الحركة الزاوية في الفيزياء هو قيمة متجهة لقياس مدى توجيه الزخم الخطي بالنسبة لنقطة اختيارية تدعى المركز، وبالتالي فإن الزخم الزاوي وقياسه يعتمد على اختيار المركز ، ولا يمكن مقارنة الزخوم الزاوية لحركات مختلفة إلا بعد اختيار مركز موحد لقياسها.

تعريف كمية الحركة الزاوية

العلاقة بين متجهات القوة F وعزم الدوران (τ)و القوة F والمسافة بين الجسم ومركز الدوران r وكذلك بين زخم الدوران L والزخم p والمسافة بين الجسم ومركز الدوران r لجسم يدور حول محور.

وحدة الزخم الزاوي [نيوتن.متر.ثانية] ، أو kg·m2s−1 وبالتالي جول.ثانية.

L يتبين ان الزخم الزاوي كمية متجهه وتكون عمودية على كل من اتجاه حركة الجسم p ومتجه المسافة بينه وبين المركز r. وذلك لأنه ناتج الضرب الإتجاهي واتجاهL يتبع قاعدة اليد اليمنى كما في الشكل.

 تنطبق تلك المعادلات بصفة أساسية سواء كان الجسم كبيرا أم صغيرا في حجم الذرة ، إلا أنه في حالة الذرات فنجد أن الزخم الزاوي لدوران الإلكترون لا يمكن ان يتخذ قيماً مستمرة كما نعهد في حياتنا اليومية مع الأجسام الكبيرة وإنما يأخذ الزخم الزاوي للإلكترون قيماً منفصلة ، وكذلك بالنسبة إلى اتجاهه فتكون أيضا اتجاهات معينة منفصلة ، ويقال عن ذلك قيم واتجاهات كمومية و"يقفز " الإلكترون بينها .

في ميكانيكا الكم

يكون الزخم الزاوي في ميكانيكا الكم التي تعالج الأنظمة الذرية وما دونها قيمة كمومية Quanta . فيمكن أن تكون قيمته عددا صحيحا مضروبا في ثابت بلانك المخفض، ويزداد بمقدر أعدادا صحيحة مضروبة في ثابت بلانك المخفض (ثابت بلانك هو أصغر شغل في الطبيعة ، ووحدته جول.ثانية، بالغ في الصغر ). وهو يظهر في صورتين : زخم مداري متعلق بالحركة الدائرية للإلكترون في مدار حول نواة الذرة ، والصورة الأخرى هي العزم المغزلي للإلكترون Spin (ومقداره ثابت دائما 1/2 ) . في الذرة يترابط الزخم المداري بالزخم المغزلي ويظهران في صورة عزم مغناطيسي كلي . وقياسات اتجاه العزم المغناطيسي الكلي تكون هي أيضا في اتجاهات كمومية (أي يمكنه "القفز" بين اتجاهات منفصلة معزولة عن عن بعضها البعض) . ويعبر عنه في الحسابات الرياضية في ميكانيكا الكم بمؤثرالزخم الزاوي.

في علم الفلك

نفرق في علم الفلك بالنسبة إلى جرم سماوي مثل كوكب بين "زخم مداري " بسبب دوران الكوكب حول نجم كالشمس ، وبين "زخم مغزلي" حيث يلف الكوكب حول محوره (مثلما تفعل الأرض ، فهي تدور حول الشمس في مدار " زخم مداري" وتلف في نفس الوقت حول محورها "زخم مغزلي" . يشكل مجموعهما كمتجهين "الزخم الزاوي الكلي ". ويرمز له أيضا بمتجه. وتستخدم تلك الاصطلاحات أيضا في ميكانيكا الكم لوصف



حركة الإلكترون في الذرة .

[الجيروسكوب](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D8%B1%D9%88%D8%B3%D9%83%D9%88%D8%A8) يبقى شاقولياً أثناء دورانه بتأثير العزم الزاوي

**الزخم الزاوي** أو **كمية الحركة الزاوية** في [الفيزياء](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D9%81%D9%8A%D8%B2%D9%8A%D8%A7%D8%A1) هو قيمة [متجهة](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%AA%D8%AC%D9%87%D8%A9) لقياس مدى توجيه [الزخم الخطي](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B2%D8%AE%D9%85_%D8%AE%D8%B7%D9%8A) بالنسبة لنقطة اختيارية تدعى [المركز](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%B1%D9%83%D8%B2_%28%D8%B1%D9%8A%D8%A7%D8%B6%D9%8A%D8%A7%D8%AA%29)، وبالتالي فإن الزخم الزاوي وقياسه يعتمد على اختيار المركز ، ولا يمكن مقارنة الزخوم الزاوية لحركات مختلفة إلا بعد اختيار مركز موحد لقياسها.



العلاقة بين متجهات القوة F وعزم الدوران (τ)و القوة F والمسافة بين الجسم ومركز الدوران r وكذلك بين زخم الدوران L والزخم p والمسافة بين الجسم ومركز الدوران r لجسم يدور حول محور.

تُعرّف كمية الحركة الزاوية (أو الزخم الزاوي) لجسم يتحرك دائريا حول محور بالعلاقة :

L = r × p {\displaystyle \mathbf {L} =\mathbf {r} \times \mathbf {p} }

**تعريف كمية الحركة الزاوية**

حيث:

L {\displaystyle \mathbf {L} } كمية الحركة الزاوية للجسم،

r {\displaystyle \mathbf {r} } بعد متجة المسافة بين الجسم عن مركز الدوران،

p {\displaystyle \mathbf {p} } كمية الحركة الخطية الجسم وهي قيمة متجهه ٍ حيث أن ّ p = m × v {\displaystyle {\mathcal {}}p=m\times v} يعتبر جداء (أي حاصل الضرب) .

وحدة الزخم الزاوي [نيوتن.متر.ثانية] ، أو kg·m2s−1 وبالتالي [جول](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D9%88%D9%84).ثانية.

**L** يتبين ان الزخم الزاوي كمية متجهه وتكون عمودية على كل من اتجاه حركة الجسم **p** ومتجه المسافة بينه وبين المركز **r**. وذلك لأنه ناتج الضرب الإتجاهي واتجاه**L** يتبع قاعدة اليد اليمنى كما في الشكل.

* تنطبق تلك المعادلات بصفة أساسية سواء كان الجسم كبيرا أم صغيرا في حجم الذرة ، إلا أنه في حالة الذرات فنجد أن الزخم الزاوي لدوران الإلكترون لا يمكن ان يتخذ قيماً مستمرة كما نعهد في حياتنا اليومية مع الأجسام الكبيرة وإنما يأخذ الزخم الزاوي للإلكترون قيماً منفصلة ، وكذلك بالنسبة إلى اتجاهه فتكون أيضا اتجاهات معينة منفصلة ، ويقال عن ذلك قيم واتجاهات [كمومية](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D9%85_%28%D9%81%D9%8A%D8%B2%D9%8A%D8%A7%D8%A1%29) و"يقفز " الإلكترون بينها .

**في ميكانيكا الكم**

يكون الزخم الزاوي في [ميكانيكا الكم](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%8A%D9%83%D8%A7%D9%86%D9%8A%D9%83%D8%A7_%D8%A7%D9%84%D9%83%D9%85) التي تعالج الأنظمة الذرية وما دونها [قيمة كمومية](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D9%85) Quanta . فيمكن أن تكون قيمته عددا صحيحا مضروبا في [ثابت بلانك المخفض](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AB%D8%A7%D8%A8%D8%AA_%D8%A8%D9%84%D8%A7%D9%86%D9%83)، ويزداد بمقدر أعدادا صحيحة مضروبة في ثابت بلانك المخفض (ثابت بلانك هو أصغر [شغل](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D9%85%D9%84_%28%D8%AA%D8%B1%D9%85%D9%88%D8%AF%D9%8A%D9%86%D8%A7%D9%85%D9%8A%D9%83%29) في الطبيعة ، ووحدته [جول](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D9%88%D9%84).[ثانية](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AB%D8%A7%D9%86%D9%8A%D8%A9)، بالغ في الصغر ). وهو يظهر في صورتين : زخم مداري متعلق بالحركة الدائرية للإلكترون في مدار حول [نواة الذرة](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%B0%D8%B1%D8%A9) ، والصورة الأخرى هي [العزم المغزلي](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B9%D8%B2%D9%85_%D9%85%D8%BA%D8%B2%D9%84%D9%8A) للإلكترون Spin (ومقداره ثابت دائما 1/2 ) . في الذرة يترابط الزخم المداري بالزخم المغزلي ويظهران في صورة عزم مغناطيسي كلي . وقياسات اتجاه العزم المغناطيسي الكلي تكون هي أيضا في اتجاهات كمومية (أي يمكنه "القفز" بين اتجاهات منفصلة معزولة عن عن بعضها البعض) . ويعبر عنه في الحسابات الرياضية في ميكانيكا الكم [بمؤثر](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%A4%D8%AB%D8%B1)[الزخم الزاوي](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%AE%D9%85_%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%A7%D9%88%D9%8A).

**في علم الفلك**

نفرق في علم الفلك بالنسبة إلى جرم سماوي مثل [كوكب](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%83%D9%88%D9%83%D8%A8) بين "زخم مداري " بسبب دوران الكوكب حول [نجم](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%86%D8%AC%D9%85) كالشمس ، وبين "زخم مغزلي" حيث يلف الكوكب حول محوره (مثلما تفعل الأرض ، فهي تدور حول الشمس في مدار " زخم مداري" وتلف في نفس الوقت حول محورها "زخم مغزلي" . يشكل مجموعهما [كمتجهين](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%AA%D8%AC%D9%87) "الزخم الزاوي الكلي ". ويرمز له أيضا بمتجه. وتستخدم تلك الاصطلاحات أيضا في ميكانيكا الكم لوصف حركة الإلكترون في الذرة .