

## الطاقة :

وتعني ((قدرة الجسم على انجاز شغل ما)) . والطاقة لا تخلق من العدم ولا تفنى ويمكن تحويل الطاقة من شكل الى اخر ، وهناك أشكال متعددة للطاقة والذي يهم في هذا المجال هو الطاقة الميكانيكية ... فعند اداء الرياضي لحركة معينة فإنه يمتلك طاقة ميكانيكية ولكن تختلف انواع هذه الطاقة التي يمتلكها باختلاف وضعه أثناء الحركة فعندما يكون الجسم في حالة حركة فإنه يمتلك طاقة تدعى بالطاقة الحركية ويختلف مقدار هذه الطاقة تبعا لاختلاف كتلة الجسم المتحرك وسرعته أثناء الاداء ، حيث ان مفهوم الطاقة الحركية بشكل عام يعني حاصل ضرب نصف كتلة الجسم في مربع سرعته ، وان الطاقة الحركية للجسم أثناء حركته الخطية تختلف عن طاقته أثناء حركته الدائرية . فعلى سبيل المثال اذا كانت كتلة عداء ١٠٠ كغم يركض بسرعة ٦ م اثا فإنه يمتلك طاقة حركية اقل مما لو كانت سرعته ٨ م اثا ، من هنا يمكننا ان نعبر عن مقدار الطاقة الحركية بالمعادلة التالية :

$$\frac{1}{2} \times \text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2 = \text{الطاقة الحركية}$$

او

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2}{2}$$

$$\text{طح} = \frac{1}{2} \times \text{ك} \times \text{س}^2$$

وتقاس الطاقة بوحدة كتلة (كيلوغرام) ووحدة سرعة (متر ثانية)  
وتسمى بـ(الجول) أي وحدة قياس الشغل نفسها.

مثال:

لوحظ ان عداء يركض إحدى أجزاء السباق بسرعة قدرها ١٠ م/ثا ، علما ان كتلته ٨٦ كغم ، احسب الطاقة التي يتحرك بها.

$$\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2$$

$$\frac{\text{الطاقة الحركية}}{2} =$$

$$^2(10) \times 86$$

$$\frac{\quad}{2} = \text{الطاقة الحركية}$$

$$100 \times 86$$

$$\frac{\quad}{2} = \text{الطاقة الحركية}$$

$$8600$$

$$\frac{\quad}{2} = \text{الطاقة الحركية}$$

$$\text{الطاقة الحركية} = 4300 \text{ جول}$$

مثال:

لوحظ ان عداء يبذل طاقة مقدارها 4300 جول خلال ركضه إحدى أجزاء السباق ، علما ان كتلته 86 كغم ، احسب سرعته.

$$\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2$$

$$\frac{\text{الطاقة الحركية}}{2} = \text{—}$$

بضرب الوسطين في الطرفين

$$\text{الطاقة الحركية} \times 2 = \text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2$$

$$\frac{\text{الطاقة الحركية} \times 2}{\text{الكتلة}} = (\text{السرعة})^2$$

$$\frac{\text{الطاقة الحركية} \times 2}{\text{الكتلة}} = \text{السرعة}$$

$$\frac{2 \times 4300}{86} = \text{السرعة}$$

$$\frac{8600}{86} = \text{السرعة}$$

٨٦ ✓

السرعة =  $\sqrt{100}$

السرعة = ١٠  
م/ثا

ان الطاقة الحركية للجسم ككل تساوي مجموع الطاقة الحركية لأجزائه ، لذلك يمكننا الحصول على الطاقة الحركية الكلية وفقا للعلاقة التالية:

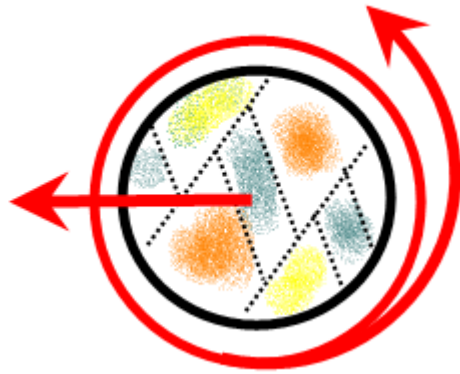
$$\text{الطاقة الحركية الكلية} = \text{ط}_ح١ + \text{ط}_ح٢ + \text{ط}_ح٣$$



ويمكن توضيح درجة الاختلاف في مقدار الطاقة التي يمتلكها الجسم في الحركات الخطية عن ما هو عليه في الحركات الدائرية فلو لاحظنا الطاقة الحركية لأجزاء الجسم في الحركات الدائرية نجدها تختلف في

سرعتها فيما بينها وذلك لاختلاف بعد كل منها عن محور الدوران ، فمركز كتلة الجذع ومركز كتلة الرأس هما النقطتان الوحيدتان اللتان تسيران بشكل خطي اما الأجزاء الأخرى فانها تنتقل دائريا ( المقصود بالأجزاء هي مراكز كتل الوصلات التي تتواجد على مفصلين لان لها كتلة محسوبة) لهذا فلا يمكن ايجاد الطاقة الحركية لنقطة الركبة لعدم وجود الكتلة ، اما الطاقة الحركية للفخذ فانها تساوي حاصل ضرب مربع السرعة الدائرية للوصلة (الفخذ) في كتلتها التي تساوي (٣,١٠%) من الكتلة الكلية للجسم ، ان سرعة أجزاءه تختلف عن بعضها ، حيث ان سرعة دوران الجزء البعيد اكبر من سرعة دوران الجزء القريب من المحور وذلك بسبب اختلاف في أطوال (أنصاف القطر) الأجزاء.

في حالة ضرب الكرة الطائرة كما في الإرسال مع كسب الكرة حركة دائرية حول محورها أثناء انتقالها فان الكرة ستمتلك طاقتان احدهما انتقالية متمثلة بمحور دوران الكرة والأخرى دورانية (مثل انتقال عجلة السيارة او الدراجة)



## عزم القصور الذاتي والطاقة الحركية الدائرية

لمعرفة الطاقة الحركية الدائرية يجب معرفة معنى عزم القصور الذاتي وقلنا سابقا بان الكتلة هو القصور الذاتي وبما ان الحركات الدائرية تعتمد على أنصاف أقطارها مثلما تعتمد العتلات على اذرعها لذلك فان الكتلة في الطاقة الحركية الخطية سيتم الاستعاضة عنها بعزم القصور الذاتي وقانونه (الكتلة × مربع نصف القطر) اما السرعة الدائرية (مقاسه بالزاوية النصف قطرية) فتكون بديلة عن السرعة وبذلك يمكننا الحصول على الطاقة الحركية الدائرية طبقا للعلاقة التالية :

$$\frac{1}{2} \times \text{الكتلة} \times (\text{نصف القطر})^2 \times (\text{السرعة الزاوية})^2 = \text{الطاقة الحركية الدائرية}$$

$$\frac{1}{2} \times \text{ك} \times \text{نق}^2 \times \text{سز}^2 = \text{طح الدائرية}$$

مثال

اثناء ضرب الكرة الطائرة عبرت من فوق الشبكة بسرعة مقدارها ( ٣٠ م/ثا) وبزمن قدره (٠,٠٢٣) اذا علمت ان كتلة الكرة هي (٠,٥ كغم) ودارت حول محورها ( ٧ دورات) ، وكانت نصف قطرها (٠,١٢ متر)، احسب الطاقة الكلية

من المنطق ان ندرس وحدة الطاقة وهي نفس وحدة الشغل (كغم × م<sup>٢</sup>/ثا<sup>٢</sup>) كما تم إيجادها سابقا في معادلة الطاقة الحركية الخطية

ويجب تحقيق الشرط نفسها في حساب الطاقة الحركية الدائرية ووفقا لما يأتي

١- تحويل عدد الدورات الى درجة ( ٧ × ٣٦٠ = ٢٥٢٠ درجة)

٢- التخلص من وحدة الدرجة بقسمة الناتج أعلاه على زاوية القطاع

ولعمل ذلك نحسب

$$\text{المسافة الدائرية بدون وحدة} = ٢٥٢٠ \div ٥٧,٣ = ٤٣,٩٨$$

$$\text{السرعة الزاوية} = ٤٣,٩٨ \div ٠,٠٢٣ = ١٩١٢,١٧$$

هنا وحدة السرعة هي ١١

وعند تربيعها = ١١ ثا<sup>٢</sup>



بقت الحاجة الى كغم و الى م<sup>٢</sup> وهما معلومتان متوفرتان فكتلة الكرة  
 ٠,٥٠٠ كغم ونصف قطرها ٠,١٢ متر

$$\frac{1}{2} \times \text{الكتلة} \times (\text{نصف القطر})^2 \times (\text{السرعة الزاوية})^2 = \text{الطاقة الحركية الدائرية}$$

$$\frac{1}{2} \times 0,5 \times (0,12)^2 \times (1912,17)^2 = \text{الطاقة الحركية الدائرية}$$

$$\frac{1}{2} \times 0,5 \times 0,144 \times 3656394,11 = \text{الطاقة الحركية الدائرية}$$

$$\frac{1}{2} \times 2632 = \text{الطاقة الحركية الدائرية}$$

٢

$$\frac{131}{63} = \frac{\text{الطاقة الحركية}}{\text{الدائرية}}$$

و يتم حساب الطاقة الحركية الخطية

$$\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2$$

$$\frac{\text{الطاقة الحركية الخطية}}{2} =$$

$$900 \times 0,5$$

$$\frac{\text{الطاقة الحركية الخطية}}{2} =$$

$$225 = \text{الطاقة الحركية الخطية}$$

$$\text{الطاقة الحركية الكلية} = \text{الطاقة الحركية الخطية} + \text{الطاقة الحركية الدائرية}$$

$$13163 + 225 = \text{الطاقة الحركية الكلية}$$

$$13388 \text{ جول} = \text{الطاقة الحركية الكلية}$$

وهناك نوع اخر من الطاقة الميكانيكية هو ما يسمى بالطاقة الكامنة او طاقة الوضع ويقصد بها الطاقة التي يمتلكها الجسم في وضع معين أثناء الثبات ففي حالة رمي الثقل الى الأعلى فإنه يتحرك بطاقة حركية ولكن سرعته تتناقص أثناء الصعود تدريجيا وعليه تقل طاقته الحركية تدريجيا وتتحول الى شكل اخر يخزن في الجسم تسمى بالطاقة الكامنة عندما يتوقف الجسم في أعلى نقطة ممكنة الوصول إليها عندئذ تصبح الطاقة الحركية صفرا أي تتحول بكاملها الى طاقة مخزونة في الجسم على ذلك الارتفاع. وبفعل الجذب الأرضي ووزن الأداة يتسارع الثقل للوصول الى الأرض مرة اخرى

وكذلك يمكن ملاحظة لاعب الكرة الطائرة عند أدائه الضرب الساحق ولاعب السلة في اداء الرمية الحرة فإنهما يتحركان حركات عمودية الى الأعلى إلا ان سرعتها تبدأ بالتناقص التدريجي حيث تقل طاقتها الحركية تدريجيا وتصل الى درجة الصفر في أعلى نقطة يصلها جسمها وبعدها تتحول الطاقة الحركية الى طاقة مخزونة في الجسم في تلك النقطة فيستطيع استخدامه في اداء حركة الكبس. والطاقة الكامنة تتطلب السكون فلا يمكن ان تكون هناك طاقة كامنة عند لاعب الوثب الطويل فربما يصل ارتفاعه العمودي في قوس الطيران الى السكون الا ان الاتجاه الأفقي مستمر وكذلك عند لوحة الارتفاع وعليه فهناك حسابات اخرى عند سكون احد المركبتين وتحرك المركب الآخر ، ويمكن استخراج قيمة الطاقة الكامنة من خلال العلاقة التالية :-

$$\text{الطاقة الكامنة} = \text{وزن الجسم} \times \text{الارتفاع عن سطح الأرض}$$
$$ط = و \times ع$$

مثال :

احسب سرعة الكرة قبل اصطدامها بالأرض اذا علمت إنها تسقط من ارتفاع (١,٥ متر) وان كتلتها (٢ كغم) .

ان تحول الطاقة من شكل الى اخر لا يقلل من قيمة الطاقة الكلية وعليه فان  
الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة = ثابت

$$\text{الثابت} = \text{الطاقة الحركية} + \text{الطاقة الكامنة}$$

وبما ان الجسم عند اعلى نقطة لامتلك سرعة فان الطاقة الحركية تساوي  
صفرا

$$\text{الثابت} = \text{صفر} + (\text{الوزن} \times \text{الارتفاع})$$

$$\text{الثابت} = \text{صفر} + (١,٥ \times ٩,٨١ \times ٢)$$

$$\text{الثابت} = \text{صفر} + ٢٩,٤٣$$

$$\text{الثابت} = \text{الطاقة الحركية} + \text{الطاقة الكامنة}$$

$$\frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2}{2} + \text{الوزن} \times \text{الارتفاع} = \text{الثابت}$$

وبما ان الجسم عند السقوط لايمتلك ارتفاعا

$$\frac{2 \times (\text{السرعة})^2}{2} + 9,81 \times 2 = 29,43$$

$$(\text{السرعة})^2 = 29,43$$

$$\sqrt{29,43} = \text{السرعة}$$

$$5,42 = \text{السرعة}$$

متر/ثانية

وأخيرا من الجدير بالذكر ان نذكر ان هناك أشكالا من الطاقة الكامنة فهناك الطاقة الكامنة المطاطية ( وهي الطاقة المخزونة في عصا الزانا وفي فعالية القوس والسهم) وهي ليست طاقة الوضع بل طاقة اخرى تعتمد على معامل المادة التي تنطوي او تتمدد) ومن الخطأ ان نقول ان لعصا الزانا طاقة كامنة لان طاقة الوضع لعصا الزنا هو الاستمرار بالحفاظ على الطول) فعلى سبيل المثال ان نزول لاعب الجمناستك على (الترامبولين) يؤدي الى تقعر الترامبولين نتيجة المطاطية التي تمتلكها المادة ويؤدي ذلك الى اتساع مساحة رقعة الترامبولين . ان هذا التقعر ما هو إلا عملية خزن للطاقة أي تحويل الطاقة الحركية الى طاقة كامنة مطاطية ، وعندما يبدأ اللاعب بالصعود الى الأعلى فأن الطاقة التي تم تخزينها في الترامبولين تتحرر الى شكل طاقة حركية تساعد على قفز اللاعب عاليا بشكل أقوى . ويصل اللاعب وبشكل حقيقي الى الطاقة الكامنة ويستطيع اللاعب الاستفادة من الطاقة المتحررة بتحريك الذراعين ومرجحتها الى الأعلى لتعزيز الارتفاع فيرتفع أكثر مما لو كان مقيد الذراعين.

ان مقدار الطاقة الكامنة التي يمتلكها الجسم وهو على ارتفاع معين عن سطح الأرض يتناسب تناسباً طردياً مع ذلك الارتفاع لأن العوامل المؤثرة هي وزن الجسم وارتفاعه كما في المعادلة الرياضية المشار إليها سابقاً .

ان المثال الشائع في المجال الرياضي هو الاستفادة من الطاقة المخزونة في عصا الزانة ليستفاد منها اللاعب في ارتفاعه. ولكن نوع الطاقة الكامنة من تلك المطاطية وقانونها:

$$\frac{1}{2} \times \text{معامل التمدد} \times (\text{فرق الضغط او التشوه})^2 = \text{الطاقة الكامنة المطاطية}$$

