الدفع وكمية الحركة

سبق وان عرفنا ان كمية حركة الجسم عبارة عن حاصل ضرب كتلته في سرعته... ويمكن ان نقول ان كمية الحركة التي تمتلكها مطرقة كتلتها ٢٠كغم وبسرعة ١٠م\ثا هي نصف كمية حركة المطرقة نفسها فيما اذا تحركت بسرعة ٢٠م\ثا وانطلاقا من قانون نيوتن الثاني فان التغيير في كمية حركة الجسم تحدث بفعل تأثير القوة (قانون نيوتن الثاني) ... ومن الطبيعي ان تأثير القوة يحدث في فترة زمنية معينة . فلو اثرنا في جسم بقوة مقدارها ١٠٠ نيوتن وكان زمن فعل التأثير ٢ثانية ، فان الجسم سيتحرك بكمية حركية معينة (زخم معين) . ولو اردنا ان تكسب الجسم نفسه كمية الحركة الاولى نفسها ولكن بزمن فعل قدره ثانية واحدة ، فعندئذ يجب ان نضاعف مقدار القوة او العكس اذا اردنا ان نستخدم قوة تأثيرية مقدارها ٥٠ نيوتن ففي هذه الحالة ينبغي ان يطول زمن تأثير القوة ليصل الى ٤ثواني ... ومن هذا المنطلق نجد ان القوة التي تؤثر في فترة زمنية يطلق عليها ميكانيكا مصطلح الدفع او دفع القوة (. (Impulse

ان الدفع يساوي المساحة تحت المنحى وبوحدة مختلفة ، فهما يعبران عن الحالة نفسها وبما ان المساحة تحت المنحنى عبارة عن مقادير قوى لحظية فيتم جمعها وايجاد معدلها ثم ضربها في الزمن الكلي فان الدفع يساوي معدل القوة في الزمن.

الدفع = ق × ن

القوة = ك × ج

أي ان :

الدفع = (ك × ج) × ن

$$\text{التعجيل} = \frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$$

اذن

$$\text{الدفع} = \text{ك} \times \frac{\text{س}}{\text{ن}} \times \text{ن}$$

بحذف ن

$$\text{الدفع} = \text{ك} \times \frac{\text{س}}{\text{ن}} \times \text{ن}$$

الدفع = ك × س

اذن

الدفع = كمية الحركة

الشغل Work

عندما يتغلب جسم على مقاومة ويستمر ولمسافة معينة فانه يكون قد بذل شغلا اي لو أثرت قوة معينة في جسم وتحرك بفعل تأثير القوة فأنه يكون قد انجز شغلا، ويمكن صياغة القانون الرياضي لمتغير الشغل كما يلي :

الشغل = القوة × المسافة

ش = ق × م

ومن خلال القانون اعلاه يتضح لنا ان الشغل يتناسب تناسبا طرديا مع القوة والمسافة فاذا ما استخدمت قوة على سبيل المثال قدرها (٢٠٠) نت لتحريك عربة مسافة (٤٠)م فمقدار الشغل المنجز لذلك هو :

ش = ٢٠٠ × ٤٠

= ٨٠٠٠ نيوتن \ م او جول

وحدات الشغل متعددة وأي وحدات للقوة يمكن ان تجمع مع أي وحدة لمسافة لتشكيل وحدة الشغل . وفي النظام المتري (جول) تعتبر الوحدة الشائعة المستخدمة ... الجول

تقاس المسافة في اتجاه القوة العاملة بغض النظر عن المسار الذي يسلكه الجسم المقاوم والمتغلب عليه ... فعلى سبيل المثال عند يرفع رباع وزن قدره ١١٠٠ نيوتن من الارض ووضعها فوق الرأس بارتفاع ٢م فالشغل المنجز هو ٢٢٠٠ جول . الشغل المنجز في نفس اتجاه الجسم المتحرك يسمى بالشغل الموجب اما اذا انجز الشغل في اتجاه معاكس فيسمى بالشغل السالب ، فلو سلط الرياضي قوة مقدارها ١٠٠٠نيوتن في البينج بريس لرفع ثقل الى الاعلى مسافة (٠,٣م) كان الشغل المنجز هو ٣٠٠ جول ، ويطلق عليه بالشغل الايجابي لان اتجاه القوة المسلطة على الثقل تكون باتجاه حركة الثقل . اما اذا سلط نفس الرياضي قوة مقدارها ١٠٠٠ نيوتن لخفض الثقل الى الاسفل مسافة ٠,٣م ، فالشغل المنجز هو ٣٠٠ جول

ويطلق عليه بالشغل السلبي لان اتجاه القوة المسلطة كان باتجاه معاكس لحركة الثقل . من الضروري ان نعرف بان مصطلح المسافة هو المستخدام بدلا من مصطلح الازاحة.

مثال :

ما هو مقدار الشغل الحادث نتيجة تأثير قوة مقدارها ١٠٠ نيوتن ادت الى تحريك جسم مسافة ١٠م عن موضعه الأصلي ، وما هو مقدار الشغل ، اذا كانت المسافة التي تحركها الجسم هي ٢٥م ؟

الشغل = ق × م

= ١٠٠ نت × ١٠م

= ١٠٠٠ جول في الحالة الاولى

الشغل = ق × م

= ١٠٠ نت × ٢٥م

= ٢٥٠٠ جول في الحالة الثانية

ويكون الشغل المنجز في الحالة الثانية اكبر منه في الحالة الاولى لأن المسافة في الحالة الثانية اكبر.

الشكل (٣٧-٣) : يوضح مدى اعتماد الشغل على المسافة

مثال:

يتطلب من عداء ١٠٠ متر ان يصدر قوة مقدارها ضعف كتلته ويستمر حتى نهاية السباق علما ان كتلته ٨٢ كغم وانجازه ١٠,١٤ ثانية ، وعداء ٢٠٠ متر يصدر قوة مقدارها ٧٦٥ نت وينهي السباق بزمن قدره ٢٢,٤٨ ثانية ، المطلوب حساب كمية الحركة والشغل المنجز لكل عداء

كمية الحركة = الكتلة × السرعة

$$\text{كمية الحركة} = ٨٢ \times \frac{١٠٠}{١٠,١٤}$$

٧٦٥ ٢٠٠

كمية الحركة٢٠٠ = — × —

٩,٨١ ٢٢,٤٨

الشغل = القوة × المسافة

الشغل١٠٠ = ٨٢ × ٢ × ٩,٨١ × ١٠٠

الشغل٢٠٠ = ٧٦٥ × ٢٠

القدرة Power

ان الشغل المنجز سواء انجز في ثانية او في دقيقة او في ساعة هو نفس الشغل من حيث كمية الشغل ، ولكن الذي يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار وفي كثير من الفعاليات في مجالنا الرياضي هو ليس التفاضل بين مقدار الشغل المنجز ، ولكن بالزمن الذي انجز فيه هذا الشغل ، فالذي ينجز الشغل بفترة زمنية اقل افضل من الذي ينجز الشغل نفسه ولكن بفترة زمنية اطول حيث يطلق على العلاقة بين الشغل والزمن بالقدرة ، وعليه فيمكننا تعريف القدرة ميكانيكيا بانها القابلية على انجاز شغل خلال زمن معين.. أي ان :

الشغل نيوتن × متر (جول)

القدرة = — الوحدات هي ——

الزمن ثانية

او

القوة × المسافة

القدرة = ——

الزمن

او

المسافة

القدرة = القوة × ـــــ

الزمن

او

القدرة = القوة × السرعة

او

القدرة = الكتلة × التعجيل × السرعة

ان الشخص الذي باستطاعته انجاز شغل اكبر في الوحدة الزمنية القليلة هو الاكثر قدرة . فالمعدل الزمني لانجاز الشغل مهم جدا لأنه عن طريق الزمن يمكن معرفة القدرة . والقانون يؤكد العلاقة بين القوة والقدرة ، ان الانجاز الجيد يعتمد على القدرة التي تعني (معدل الشغل المنجز خلال فترة زمنية معينة) كما وتعني قابلية الرياضي على استخدام قوته بوقت ومسافة محددتين (وقت قصير – مسافة كبيرة) فالقدرة هنا تكون اعظم اذا ما استخدمت القوة لمسافة طويلة ولفترة زمنية قصيرة او كليهما .

وبالرغم من ان عاملي القوة والسرعة يلعبان دورا كبيرا في تحديد قيمة القدرة الا ان هنالك نسب مختلفة تحتاجها في تحديد القدرة للفعاليات المختلفة كما تؤكد بان الاداء الذي يتطلب القدرة ويتم ضد مقاومة كبيرة يعتمد على القوة اكثر من الاداء الذي يتم ضد مقاومة صغيرة والذي يعتمد على السرعة بشكل اكبر على انه لا يمكن الفصل بين هذين الحركتين عند دراسة القدرة وعلى هذا الاساس وبسبب كون الرمح خفيف بالمقياس بالثقل فانه يركز على السرعة اكثر من القوة في رميه في حين يركز على القوة في رمي الثقل .

ان وحدة القياس في النظام المتري هو (الواط) وتساوي القدرة على انجاز شغل مقداره جول واحد في ثانية واحدة ، ولو رجعنا الى المعادلة الجبرية للقدرة لوجدنا ان هناك علاقة حيوية بين القدرة والسرعة ، ومثلما واضح من كم الاشتقاقات الممكنة في المعادلات اعلاه.

مثال:

ما هي القدرة للرياضي الذي ينجز شغلا مقداره (٦٠٠ جول) في رفع ثقل فوق رأسه بزمن قدره (١,٥ثانية) .

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{القدرة} = \frac{٦٠٠}{١,٥}$$

القدرة = ٤٠٠ واط قدرة الرياضي

مثال:

عداء ١٠٠ متر وزنه ٨٢٠ نيوتن ينهي السباق في زمن قدره ١٠,١٤ ثانية ، لو انهى العداء نفسه سباق ٢٠٠ متر بزمن قدره ٢٢,٤٨ ثانية ، في أي السباقين يبذل زخما اكبر ؟ وفي ايهما يبذل شغلا اكبر ؟ ولماذا؟.

كمية الحركة = الكتلة × السرعة

$$\text{كمية الحركة}١٠٠ = \frac{٨٢٠}{٩,٨١} \times \frac{١٠٠}{١٠,١٤}$$

$$\text{كمية الحركة}١٠٠ = ٨٣,٥٩ \times ٩,٨٦$$

كمية الحركة١٠٠ = ٨٢٤,٢٠ كغم.م\ثا

$$\text{كمية الحركة}٢٠٠ = \frac{٨٢٠}{٩,٨١} \times \frac{٢٠٠}{٢٢,٤٨}$$

كمية الحركة٢٠٠

= ٨٣,٥٩ × ٨,٩٠

كمية الحركة٢٠٠ = ٧٤٣,٩٥ كغم.م\ثا

الشغل = القوة × المسافة

الشغل١٠٠ = ٨٢٠ × ١٠٠

الشغل١٠٠ = ٨٢٠٠٠

الشغل٢٠٠ = ٨٢٠ × ٢٠٠

الشغل٢٠٠ = ١٦٤٠٠٠ جول

الشغل

القدرة = ـــ

الزمن

٨٢٠٠٠

القدرة١٠٠ = ـــــ

١٠,١٤

القدرة١٠٠ = ٨٠٨٦,٧٨ واط

١٦٤٠٠٠

القدرة٢٠٠ = ـــــ

٢٢,٤٨

القدرة٢٠٠ = ٧٢٩٥,٣٧ واط

الطاقـة

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

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

او

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

وتقاس الطاقة بوحدات كتلة (كيلوغرام) ووحدات سرعة (متر\ثانية) وتسمى بـ(الجول) أي وحدة قياس الشغل نفسها.

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

كما ويمكن توضيح درجة الاختلاف في مقدار الطاقة التي يمتلكها الجسم في الحركات الخطية كما هو عليه في الحركات الدائرية من خلال المثال التالي : فالراكض اثناء الحركة الخطية نجد

ان سرعة كل جزء من اجزاء جسمه يتحرك بسرعة اجزاء الجسم الاخرى ، واذا رمزنا لكل جزء برقم ما ، فان الطاقة الحركية لكل جزء يحمل رقما معينا وهي الطاقة (١) ، والطاقة (٢) والطاقة (٣) ... وهكذا وحيث ان الطاقة الحركية للجسم ككل تعادل مجموع الطاقة الحركية لاجزاءه ، لذلك يمكننا الحصول على الطاقة الحركية الكلية وفقا للعلاقة التالية :

الطاقة الحركية الكلية = طح١ + طح٢ + طح٣

ولو لاحظنا الطاقة الحركية في الحركات الدائرية نجدها تختلف في سرعتها فيما بينها وذلك لاختلاف بعد كل منها عن محور الدوران ، لهذا نجد على سبيل المثال عندما يقوم اللاعب بالدوران حول محور ما فان 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 ، وان الطاقة الحركية الدورانية يمكننا الحصول عليها طبقا للعلاقة التالية :

١

الطاقة الحركية الدورانية= ـ × الكتلة × (نصف القطر)٢ × (السرعة الزاوية)٢

٢

١

طح الدورانية = ـ ك × نق٢ × سز٢

٢

ويلاحظ بان

عزم القصور الذاتي = الكتلة × (نصف القطر)٢

مثال :

لوحظ ان عداء يركض احدى اجزاء السباق بسرعة قدرها ١٠ م/ثا ، علما ان كتلته ٨٦ كغم ، احسب طاقة حركته.

الكتلة × (السرعة)٢

الطاقة الحركية = ـــــ

٢

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{٨٦ \times (١٠)^{٢}}{٢}$$

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{٨٦٠٠}{٢}$$

الطاقة الحركية = ٤٣٠٠ جول