الدراسات العليا / الدكتوراة

مادة البايوميكانيك

المحاضرة الخامسة /

قوانين الحركة (الشغل القدرة الطاقة الميكانيكية) ، كيفية استثمار الطاقة في تقنين شدة التدريب ؟

إعداد

ا.د إنتصار كاظم عبد الكريم

1444هـ / 2023

✍ الشغل

من المهم جداً أن نفهم بانه لا يمكن عمل شغل ما لم تتوفر القوة كما ويمكن التحدث عن الشغل في الحياة اليومية عندما تكون جالس وتكتب على الحاسبة أو عندما تقوم بترتيب صناديق وهي في

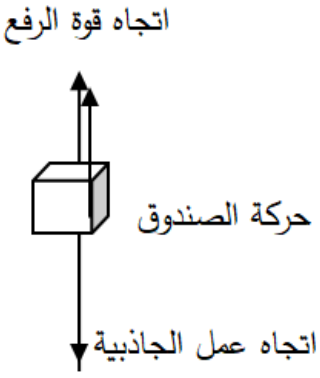
مكانها ، إن كل هذه الأمور تعتبر عمل بدني وإن العمل الميكانيكي فيها يساوي صفر ويعود سبب ذلك إلى عدم وجود انتقال في الحركة .

اذ يعرف الشغل من وجهة النظر الميكانيكية على أنه عمل بدني يعمل على تحريك جسم مسافة مع ينة باستخدام مقدار من القوة ؛ وكذلك يمكن ان يعرف على إنه ناتج القوة والمسافة التي تعمل عليها القوة ، وتكون وحدة القياس هي الجول . لاحظ المعادلة الاتية :

الشغل = القوة × الإزاحة

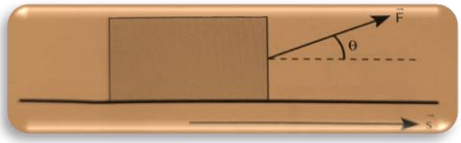
ويمكن أن يكون الشغل إيجابي أو سلبي ، ولغرض توضيح متى وكيف يحدث الشغل في هذين النوعين

فمثلا يقوم رياضي برفع ثقل الى الأعلى ويقطع إزاحة بنفس اتجاه القوة أي اتجاه الازاحة هي نفس اتج اه خط عمل قوة الرفع وبالتالي فان الرياضي انجز شغل إيجابي ، وفي الوقت ذاته يحدث ان قوة الجذب ت وثر على الثقل المرفوع بقوة معاكسة لحركة اتجاه الثقل مما ينتج عنه شغل سلبي سببه ان اتجاه خط عمل قوة الجذب عكس خط عمل قوة الرفع . وفي مثال اخر في حركة تزحلق الجسم على دراجات السلم الأر ضي حيث تكون الحركة الجسم باتجاه الأسفل، بينما يكون عمل العضلات بالضغط على الجسم باتجاه الأ على



وفي حالة سحب جسم بشكل مائل وبزاوية معينة مع الافق فسوف تتولد قوتي ن على الصندوق قوة افقية وقوة عمودية ناتجة من تحليل قوة السحب المائلة وفي هذه الحالة سيكون الشغل يكون إيجابي لكون القوة

المؤثرة والازاحة الحاصلة تكون في اتجاه واحد ، وفي حساب الشغل يتم من خلال استخدام القوة الافقية (ق جتا الزاوية)



وعندما نقوم بتحليل حركة خطوة العداء فعند أداء الخطوة فان القوة ا لمبذولة تتحلل الى مركبتين الأولى

قوة افقية وعملها يكون ضد الجاذبية الأرضية ومقاومة الهواء وتحسب كما يلي .

المركبة الافقية = القوة × جتا الزاوية

والثانية القوة العمودية ويكون عملها ضد الجاذبية الأرضية ويتم حسابهما بواسطة :

المركبة العمودية = القوة × جا الزاوية

مثال1

شخص يرفع عدد من الصناديق من منصة إلى حزام ناقل يقع على ارتفاع (1.10 م) فوق سطح ا لأرض ، وإن ارتفاع المنصة عن الأرض يبلغ (0.15 م) ، ويبلغ وزن الصناديق الإجمالي (15 كغم) ، ع لماً أن الشخص يقوم بنقل صندوقين في الدقيقة الواحدة ، أنظر إلى الشكل أدناة ، المطلوب حساب الشغ ل ؟

الإجابة : الشغل = القوة × الازاحة

القوة = الكتلة × التعجيل

الشغل = 15 × 9.8 × (1.10 – 0.15)

الشغل = 140 جول مقدار الشغل

مثال2

رياضي يسير على طريق مرتفع بزاوية30 درجة وبسرعة 2 كيلو متر بالساعة ولمدة نصف ساع ة ، ماهو مقدار الشغل الذي ينجزه ؟ علما ان وزن الرياضي 150 نيوتن ، وجا الزاوية 30 تساوي (0.5)

السرعة العمودية(س جا لزاوية) = الارتفاع / الزمن

الارتفاع = (السرعة × جا الزاوية) × الزمن

الارتفاع = (2 × 0.5) × 0.5

الارتفاع = 0.5 كم =500 متر

الشغل = القوة × الارتفاع

الشغل =150 ×500

الشغل = 75000 جول

✍ القدرة

في المجال الرياضي يعتبر مفهوم القدرة معقدًا ومتعدد الأوجه. وغالبًا ما يستخدم لوصف مستوى المهارة أو الكفاءة التي يتمتع بها الرياضي في رياضة أو نشاط معين ، وهناك العديد من العوامل التي تـ ساهم في قدرة الرياضي بما في ذلك سماته البدنية ، وصلابته العقلية ، والتحفيز ، ونظام التدريب علم الـ وراثة لتغذية .

ويقصد بالقدرة هو أن تكون لدى الفرد إمكانية تنفيذ عمل معين بأقصر فترة زمنية ممكنة ، فعندما يقوم شخص بنقل مجموعة من الصناديق من الطابق الأرضي إلى الطابق الأول ، فسوف يتطلب منه بذل جهد بدني إضافة إلى حركة الانتقال المتمثلة بالمسافة بين الطابقين ؛ إن الوقت المستغرق لتنفيذ هذا الشغل يمكن أن يختلف من شخص إلى أخر ، ولكي نستطيع الحكم على عملهم نبدء بحساب القدرة لكل منهما وان القدرة العالية تعبر عن تنفيذ العمل بسرعة عالية .

القدرة = الشغل / الزمن

= القوة × الازاحة / الزمن

وحيث ان: الازاحة / الزمن تعبر عن السرعة

فيمكن حساب القدرة بالمعادلة التالية :

القدرة = القوة × السرعة

مثال3

رياضي يزن 70 كغم صعد مجموعة من السلالم في زمن قدره 10 ثواني ووصل الى ارتفاع 10 امتار ، احسبي مقدار الشغل والقدرة ؟

الشغل = القوة × الارتفاع (المسافة العمودية)

الشغل = 70 × 9.8 × 10

الشغل = 6860 جول

القدرة = الشغل / الزمن

القدرة = 6860 / 10

القدرة = 686 واط

➢ **الطاقة الميكانيكية**

أهم خصائص الطاقة انها لا تفنى ولا تستحدث ولكنها تتحول من شكل إلى أخر بدون نقصان ، وهذا يعني إن مقدار الطاقة مقدار ثابت لا يتغير شرط عدم تعرض الحركة الى قوى أخرى.

(الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة = مقدار ثابت) وتمثل الطاقة الميكانيكية

أنواع الطاقة هي :

✍ **طاقة الحركية:**

تعرف بانها الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب حركته وهذا يفسر بان جميع الأجسام التي تتحرك لها طاقة حركية ؛ ان أي عملية انتقال لجسم أو أداة ما لا تحدث ما لم يتوفر وجود طاقة حركية وان الطاقة الحركية ليس قيمة متجهة وتكون قيمتها اما موجبة او صفر .

كما أن الطاقة ليس شيء ملموس يمكن الاشارة إليها ولكن يمكن الاحساس بها من خلال تحريك جسم ما ، وبالتالي فإن إنجاز عمل أو تنفيذ حركة يمكن أن يشير إلى وجود الطاقة ، وبالتالي يمكن القول إن الشغل هو انعكاس لوجود الطاقة أو مقياس للطاقة. لذلك عندما يمتلك الجسم طاقة فإنه قادر على إنشاء قوة لتنفيذ عمل معين عن طريق نقل جزء من طاقة الجسم إلى الجسم المراد تحريكه ، وإن مقدار الطاقة المنقولة تكون بقدر مقدار الشغل المنجز .

الشغل = الطاقة

القوة × الازاحة = ق× ز $= \frac{1}{2}$ × الكتلة × $س^2$

القوة = الكتلة × التعجيل

التعجيل = القوة / الكتلة

المسافة = س^2 / 2× التعجيل

س^2= 2× التعجيل × المسافة

س^2= 2 × $\frac{\text{القوة}}{\text{التعجيل}}$ × المسافة

2× القوة × المسافة = = الكتلة × س^2

القوة × المسافة = $\frac{1}{2}$× الكتلة × س^2

اذن: الشغل = الطاقة

- **أنواع الطاقة الحركية :**

الطاقة الحركية الخطية = $\frac{1}{2}$ × الكتلة × س^2

الطاقة الحركية الدائرية = $\frac{1}{2}$ × القصور الذاتي× السرعة الزاوية ^{2}

- **الطاقة الكامنة :**

هو نوع من أنواع الطاقة الميكانيكية وتدعى طاقة الوضع أيضا وهي الطاقة التي يمتلكها الجسم في وضع معين اثناء الثبات ؛ وتعرف أيضا على أنها الطاقة التي تخزن في الجسم عندما يكون في حالة سكون ، وهي الطاقة المخزنة في جسم نتيجة ارتفاعه فوق مستوى الصفر .

فعلى سبيل المثال تم رمي كرة الى الأعلى فان الكرة تتحرك بطاقة حركية ولكن السرعة تتناقص اثناء الصعود تدريجيا وتتحول الى شكل اخر ، يخزن في الجسم بما تسمى بالطاقة الكامنة ؛عندما يتوقف الجسم في اعلى نقطة وتصبح الطاقة الحركية صفر ، أي تتحول الطاقة الحركية بكاملها الى طاقة مخزونة

لذلك فان الطاقة الكامنة توضع دائمًا في مقارنة مع مستوى يسمى مستوى الصفر وفي أغلب الأحيان يتم استخدام الأرض كمستوى الصفر بشكل عام على سبيل المثال ، عندما ترفع جسم مسافة متر واحد فوق سطح الأرض، فإنك تبذل شغلًا، ويتم تخزين الطاقة اللازمة لرفع الجسم مسافة متر واحد في الجسم كطاقة وضع.

وفي الحركات الرياضية يمكن أن تنشأ الطاقة الكامنة في عدة مواقف. على سبيل المثال ، لاعب القفز العالي حيث تظهر الطاقة الحركية في قدرة اللاعب على تنفيذ خطوات الركضة التقاربية ، وعند لحظة الارتقاء يتم تخزين الطاقة الكامنة في جسمه ،أي ما يسمى بطاقة الوضع ؛ وعندما يقوم اللاعب

بمرحلة الدفع وترك الأرض في هذه اللحظة يتم تحرير الطاقة المخزونة إلى طاقة حركية ، مما يسمح للاعب القفز العالي بالتغلب على الجاذبية والقفز فوق العارضة .

وإن أهم العوامل الذي تؤثر على مقدار هذا النوع من الطاقة هو كتلة الجسم وكذلك الارتفاع ، وهناك علاقة مباشرة بين الطاقة الوضع وكتلة الجسم ؛ ان الجسم ذو الكتلة الأكبر لديه طاقة وضع أكبر. بالإضافة إلى ذلك لديه علاقة مباشرة مع الارتفاع ، فكلما ارتفع جسم ما زادت الطاقة الكامنة ، وبالتالي تتأثر الطاقة الكامنة بثلاث كميات هي : كتلة الجسم (م كجم)، وتسارع الجاذبية ، والارتفاع العمودي فوق مستوى الصفر ؛ وادناه معادلة حساب الطاقة الكامنة .

الطاقة الكامنة = الوزن × الارتفاع

؛ ومن هنا نلاحظ الاختلاف الواضح في مكان الهبوط بين فعالية القفز بالزانة والقفز العالي ، وذلك لأن مقدار الطاقة الكامنة الذي يخزنها الجسم وهو في أعلى ارتفاع تتناسب طردياً مع مؤشر الارتفاع وحسب قانون الأجسام الساقطة فإنه كلما زاد ارتفاع المكان الذي يسقط منه الجسم ازدادت سرعة سقوطه وتزداد سرعته أيضاً عند اصطدامه بالأرض .

ويوجد نوع اخر للطاقة الكامنة تدعى الطاقة الكامنة المطاطية ، والتي يكون الأداة المستخدمة ومعامل المادة التي تنطوي او تتمدد والمادة المصنوعة مكان تخزن فيها الطاقة ، فعلى سبيل المثال في الترامبولين ان عملية التقعر التي تحدث لحظة هبوط الجسم في الترامبولين (يتسع) هو خزن للطاقة أي تحويلها الى طاقة كامنة مطاطية ، وعندما يبدئ الجسم بالصعود الى الأعلى فان الطاقة التي تم خزنها تتحرر الى طاقة حركية تساعد اللاعب على القفز الى الأعلى .

وفي عصا الزانة فإن الانحناء أو التقوس الذي يحدث فيها إثناء تثبيتها في المكان المحدد لحظة نهوض اللاعب يعبر عن خزن الطاقة الكامنة ،ثم تتحرر إلى طاقة حركية عند مد العصا ورجوعها إلى وضعها الطبيعي ، وفي النظام المتذبذب مثل البندول هناك تحويل مستمر بين الطاقة الكامنة والطاقة الحركية .

ومما تقدم اعلاه تعتبر الكتلة متغير مهم في تحديد كمية الطاقة فعلى سبيل المثال ، فأن اللاعب الذ ي يستخدم مضرب ذو كتلة كبيرة ومن ثم يستبدله بمضرب أخر أخف وزن نسبياً فإن ما يحدث في

حالة ثبوت السرعة هو إن الكرة تحصل على طاقة حركية في المضرب الاخف وزنا اقل من الطاقة

الحركية في حالة استخدام مضرب ذو كتلة كبيرة نسبياً ، لذلك لابد من التأكيد على استخدام مضرب

كتلته تتناسب مع مستوى اللاعب .تختلف الطاقة الكامنة عن الطاقة الحركية هو انها لا تنتقل بين الاجسام كما يحدث في نقل الطاقة الحركية بين المضرب والكرة .

مثال4

ضربت كرة طائرة وعبرت من فوق الشبكة بسرعة مقدارها 20م/ثا وبزمن قدره 0.0 ثانية ، وكانت كتلة الكرة هي0.5 كغم ، ونصف قطرها 0.12 متر ، وكانت تدور حول محورها بسرعة زاوية 500م/ثا ، احسبي الطاقة الكلية للكرة ؟

الطاقة الحركية الدائرية = $\frac{1}{2}$ × القصور الذاتي× السرعة الزاوية ^{2}

الطاقة الحركية الدائرية = $\frac{1}{2}$× الكتلة × نق^2 ×السرعة الزاوية^2

الطاقة الحركية الدائرية = $\frac{1}{2}$× 0,5 × $(0.12)^2$ ×**(500)** ^{2}

الطاقة الحركية الدائرية = 437.5

الطاقة الحركية الخطية = $\frac{1}{2}$ الكتلة × (السرعة)^2

الطاقة الحركية الخطية = $\frac{1}{2}$ 0,5 × $(20)^2$

الطاقة الحركية الخطية = 50م/ثا

الطاقة الحركية الكلية = 437.5 + 50 = 487.5 جول

لتنظيم شدة التدريب يمكن استخدام الكثير من قوانين الحركة وكذلك المتغيرات البايوميكانيكية وان اختيار المتغير المستخدم في تقنين الشدة يعتمد على نوع الفعالية ودور المتغير المستخدم فيها.

- اعتماد متغير الزمن والسرعة في تقنين شدة التدريب

يتناسب الزمن تناسب عكسي مع مقدار الشدة

فلو قطع عداء مسافة 100 م بزمن قدره 10 ثانية بشدة 100%

ولو اراد التدريب بشدة 90 %

فان زمن التدريب بشدة 90% = 100 × 10 ÷ 90 = 11.11

اما اذا اردنا ان نعتمد السرعة في تحديد شدة المثال السابق، ان السرعة تتناسب طرديا مع الشدة أذ تزداد السرعة بزيادة الشدة

واذا اردنا التدريب بشدة 90% = 10×90 ÷ 100 = 9 م/ثا

- استخدام الطاقة كنظام بايوميكانيكي لتقنين الشدة من خلال المثال السابق

عداء كتلته 70 كيلوغرام قطع مسافة 100 متر بزمن قدره 10 ثانية

الطاقة الحركية $= \frac{1}{2} \times$ الكتلة $\times$ س^2

الطاقة الحركية الخطية $= \frac{1}{2} \times 70 \times (10)^2$

الطاقة الحركية = 3500 قيمة الطاقة الحركية عند شدة 100%

فاذا اردنا ان يتدرب العداء بشدة 90%

فان 90% من الطاقة = 3500 ×0.90 = 3150

اما مقدار الزمن الذي يقطعه الرياضي في الطاقة الحركية تحت شدة 9% ؟

الطاقة الحركية $= \frac{1}{2} \times$ الكتلة $\times$ س^2

3150 = $\frac{1}{2} \times 70 \times (100)^2$ / الزمن^2

3150 = 35 ×$(100)^2$ / الزمن^2

الزمن^2 = 350000/ 3150

الزمن^2 = 111.111

الزمن = 10.54