وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة المستنصرية

كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
فرع العلوم النظرية

المفاهيم الأساسية المتعلقة بالكينتيك الخطي

Basic Concepts Related to Linear Kinetics

إعداد وتقديم:
ا.م.د علي مناتي أحمد الحمراني
للعام الدراسي2023-2024

الباب الخامس

الكينتيك :

يمثل القسم الثاني من أقسام الميكانيكا الحيوية النظرية، فبعد أن تناولنا القسم الأول (الكينماتيك) العلم الذي يهتم بوصف الحركة وحدوثها في الفراغ ودراسة مساراتها الهندسية والزمانية ووضع القوانين اللازمة لذلك بما يتفق وطبيعة كل حركة، وبذلك أصبح الجانب الكينماتيكي هو المعيار للتفاضل في الجانب النوعي فضلاً عن تحليل الحركات كمياً عند دراسة المتغيرات المؤثرة.

أما دراسة الأسباب التي تكمن وراء هذه الاختلافات، فيمكن دراسة حركاتها من الجانب الكنيتيكي من خلال دراسة القوى المسببة للحركة وكيفية التعامل مع هذه القوى على اعتبار أن الحركة التي تحدث هي عبارة عن تأثير متبادل ما بين القوى الداخلية (القوة العضلية) والقوى الخارجية (قوة الجذب الأرضي، قوة الاحتكاك، قوة دفع الماء، قوة دفع الهواء، ...الخ).

وهناك نوعين من الكينتك وهما:

1. الكينيك الخطي Linear Kinetics.
2. الكينتيك الدائري (الزاوي) Angular Kinetics.

الكينيك الخطي Linear Kinetics :

هو الفرع الذي يعتني بدراسة تحليلية لقيم القوى المسببة للحركات الخطية. وهناك نوعين من القوى:

1. قوة الجهد العضلي: تأتي نتيجة (قوة الانقباض العضلي).
2. القوة الميكانيكية: وهي (القوة ذات الكمية الحركية ميكانيكياً).

وعند دراستنا قسم الكينتيك لابد لنا من التطرق الى دراسة أهم المتغيرات التي لها دور أساس في احداث الحركة

الكتلة Mass

يعتبر متغير الكتلة الأساس الأول والاهم في إحداث الحركة، وهي مقدار ما يحتويه الجسم من مادة، وتوجد بثلاث حالات (الصلبة، السائلة، الغازية)، وهي مقياس مقاومة حركة الاجسام ويعبر عنها (بالقصور الذاتي).

القصور الذاتي Inertia

عند وضع جسم في حالة سكون فانه لن يكون لديه ميل لعمل أي شيء والبقاء في وضع السكون كما هو الحال في قرص الحديد الموضوع على الأرض، فلن تكون هناك حركة لديه بسبب مقاومته التي تعمل عند محاولة تحريكه، وبالتشابه عندما يكون الجسم في حالة الحركة لا يكون لديه رغبة بتغيير ما يعمله، وخصائص الجسم التي تمنع تغيير ما يعمله ذلك الجسم تعرف بـ (القصور الذاتي) أي أن الجسم: (قاصر عن تغيير حالته بحالة أخرى).

القوة Force

القوة ميكانيكياً: "هي الفعل الميكانيكي الذي يغير أو يحاول تغيير حالة الجسم الحركية أو الشكلية الذي يؤثر فيه، وتقاس القوة بوحدات النيوتن والداين.

وتمتلك القوة أهمية كبيرة في المجال الرياضي كونها تحتل موقع الصدارة في تسلسل عناصر القدرات البدنية لجميع الفعاليات الفردية والفرقية وبنسب متفاوتة... بحسب متطلبات الأداء الحركي (المهاري). لكن ما يهمنا في دراستنا للميكانيكا الحيوية هي القوى المسببة للحركة، والتي تنتج عن التأثير المتبادل بين القوى الداخلية التي تتمثل بقوة

القوة ممكن أن:

1. تكسب الجسم حركة
2. توقف حركة الجسم
3. تغير إتجاه حركة الجسم
4. تقلل أو تزيد من سرعة الجسم
5. موازنة تأثير قوة اخرى لغرض إبقاء الجسم في حالة ثبات.

- من وجهة النظر الميكانيكية إن حدوث أي حركة يقترن بوجود قوة تحدث تلك الحركة ولكن العكس غير صحيح.
- يمكن التعبير عن التأثير الديناميكي للقوة (أي انتاج حركة معينة) بالمعادلة:

القوة الميكانيكية	Force
الكتلة	mass
تعجيل الجسم	acceleration

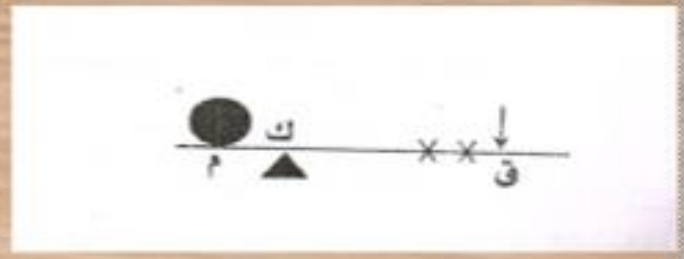
F Force = m mass × a acceleration.. كما هو الحال عند دفع ثقل أو سحب زميل أو رمي كرة.

- التأثير الاستاتيكي الذي لايحدث عنه حركة عند إستعمال القوة.. كما في حالة دفع الحائط أو محاولة التغلب على ثقل كبير على الارض.
- لدراسة القوة ككمية ميكانيكية.. يجب ذكر خصائص (مواصفات) القوة أي وصف كمي لها وهذا يتضمن: مقدارها – إتجاهها (خط عملها) – نقطة تأثيرها

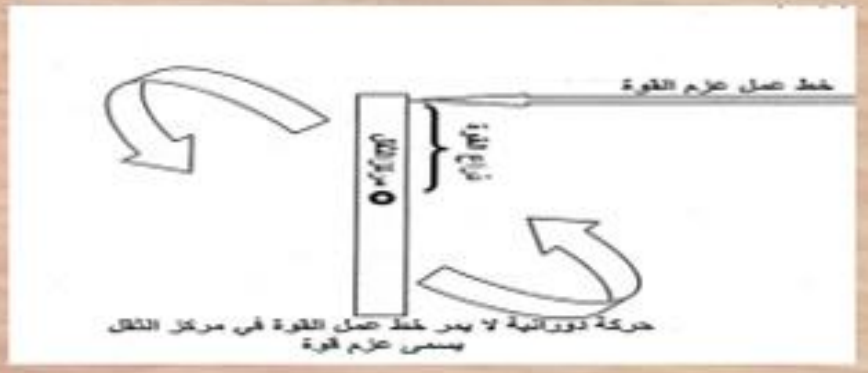
يبين الشكل مقدار القوة من خلال طول السهم الممثل لها

وإتجاه القوة (خط عملها) من خلال رأس السهم

يبين الشكل نقطة تأثير القوة



- إن خط عمل القوة ونقطة تأثيرها هما اللذان يحددان طبيعة الحركة، حيث إذا مر خط عمل القوة في مركز ثقل الجسم أي تطابقت نقطة تأثير القوة مع مركز ثقل الجسم، إكتسب الجسم كمية حركة خطية، أما إذا أثرت القوة على الجسم في نقطة خارج مركز ثقل الجسم أي ببعد عمودي عن محور الدوران، إكتسب الجسم حركة دورانية تعتمد كميتها على مقدار البعد عن المحور وكما في الشكلين الاتيين.



الوزن والكتلة

إن إصدار القوة العضلية هو الأساس في إحداث الحركة، سواءً كانت حركة اعتيادية أو مهارة رياضية، مثل الوثب العالي، رمي الثقل والقرص، ومهارات الجمناستك وغيرها من الفعاليات الرياضية المختلفة.. ففي كل هذه الفعاليات يكون للقوة تأثير ينتج عنه تغيير في حالة الجسم الحركية أو الشكلية، لكن يجب أن نفهم الجانب الميكانيكي الاتي:

إن وجود الحركة يعني أن هناك قوة مؤثرة، أي أن الحركة مظهر من مظاهر القوة.

إن وجود القوة لا يعني وجود حركة، حيث أن القوة من الممكن أن تغير أو تحاول التغيير من حالة الجسم الحركية أو الشكلية، ووفقاً لذلك فقد تكون هناك قوة مؤثرة ولكن لا تستطيع التغلب على القصور الذاتي للجسم وبالتالي لا يحدث التغيير المذكور.

	الوزن Weight	الكتلة Mass
.1	كمية قياسية متجهة	كمية قياسية (عددية)
.2	وحدة قياسها (N) نيوتن أو (D) داين	وحدة قياسها الكيلوغرام أو الغرام
.3	تعبر عن مقدار قوة الجذب الأرضي للجسم	تعبر عن مقدار ما يحتويه الجسم من مادة
.4	تتغير قيمته بتغير موقع الجسم من حيث الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح الأرض	لا تتغير قيمته بتغير موقع الجسم

من هنا وجب علينا التفريق بين الكتلة والوزن كمصطلحين لهما مفهومين مختلفين، إن الكثير منا يعتقد ان التدريبات التي تتم بالأثقال والتي تقاس بالكيلوغرام هي عبارة عن كتل ولكنها في واقع الحال قوة او وزن مؤثر بالاتجاه الأسفل بفعل الجاذبية الأرضية ووحدة قياسه هي {N}= Kg.m/s-2،

فالوزن: هو مجرد مقياس لقوة الجذب الأرضي التي يخضع لها الجسم ولا علاقة له بالكتلة.. فوزن الاجسام يختلف من مكان لآخر وبدون معرفة كتلة الجسم لا يمكن معرفة وزنه.

قوانين نيوتن (1564-1642) :

القانون الاول (قانون القصور الذاتي)

القانون الثاني (قانون التعجيل)

القانون الثالث (قانون رد الفعل)

إن توصلنا لشيء، فذلك لأننا نقف على أكتاف العمالقة

القانون الأول (قانون القصور الذاتي)

"كل جسم يبقى على الحالة التي هو عليها من ثبات أو حركة مالم تؤثر فيه قوة خارجية تغير من حالته"

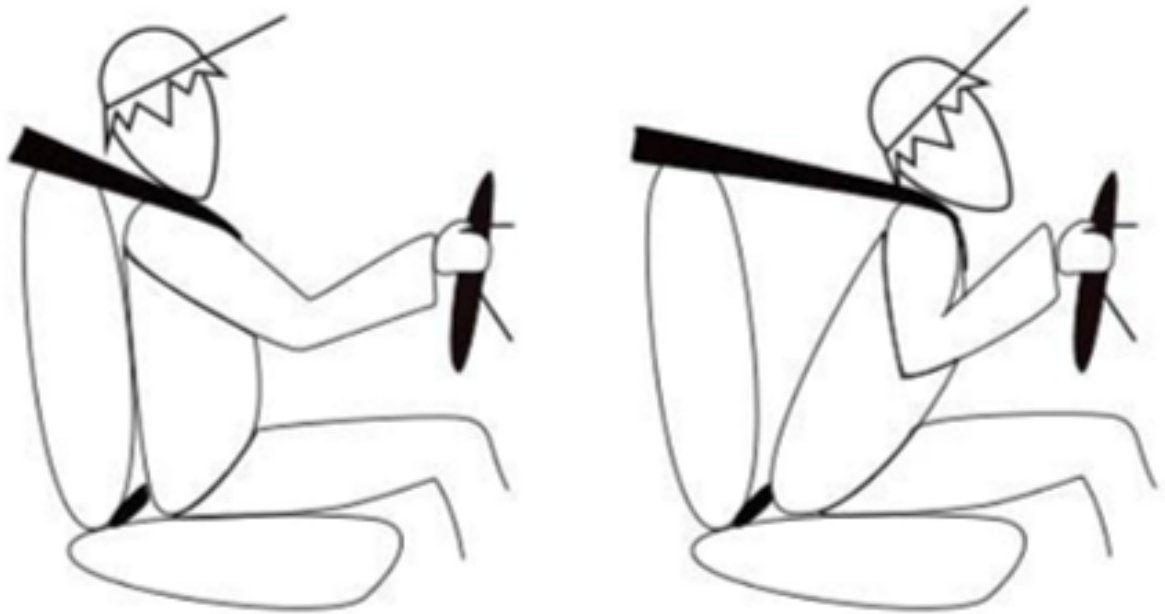
ان الجسم الساكن يحاول أن يبقى على سكونه مالم تؤثر فيه قوة أكبر من قصوره الذاتي كي تحدث فيه الحركة، وبالتشابه الجسم المتحرك يحاول أن يستمر في حركته الى أن تؤثر فيه قوة تحاول إيقافه، والقصور الذاتي في الحركات الانتقالية عبارة عن كتلة الجسم، أما في الحركات الدائرية فعزم القصور الذاتي:

- (الخطي) القصور الذاتي = كتلة الجسم
- (الزاوي)عزم القصور الذاتي = كتلة الجسم × (نصف القطر)^2

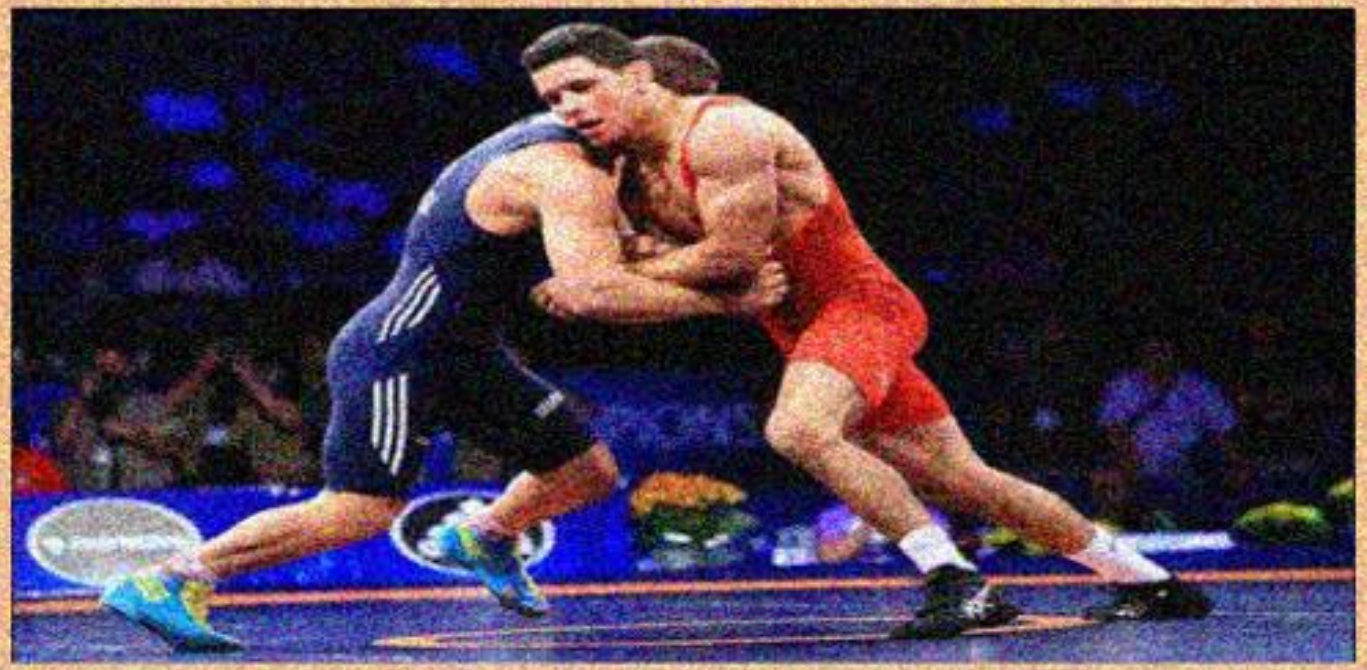
ومن الأمثلة التطبيقية في حياتنا اليومية راكب السيارة التي تسير بسرعة 100km/oh، وعند توقف السيارة المفاجئ يستمر جسمه بالحركة الى الامام، والعكس راكب السيارة المتوقفة وعند حركتها بصورة مفاجئة فان الراكب يميل للخلف.

كذلك عداء الـ 100m يستمر بالركض بعد اجتياز خط نهاية السباق الى أن يتوقف تدريجياً

ان التعامل في قانون نيوتن الاول يكون من خلال حالتين هما السكون أو الحركة، ففي حالة السكون فأن محصلة القوى المؤثرة على الجسم يجب أن تساوي صفراً وفي حالة عدم تساوي هذه القوى فيتحول الجسم الى حالة الحركة وهذا ينطبق على الحركة الخطية والدائرية.



- **العوامل المؤثرة في القصور الذاتي :**
- 1- كتلة الجسم
- 2- طبيعة سطح الارض (سطح خشن، سطح املس)
- 3- مساحة قاعدة ارتكاز الجسم واتجاهها (ففي المصارعة مثلا ولغرض زيادة القصور الذاتي للجسم يتم زيادة مساحة قاعدة الاستناد من خلال زيادة المسافة مابين القدمين، اما اتجاه قاعدة الاستناد فتكون مع اتجاه حركة الجسم لغرض تلافي سقوطه)
- 4- ارتفاع مركز ثقل الجسم عن الارض



ATHENS 2004
ATHENS 2004

1. يرتبط القصور الذاتي للأجسام بمقدار كتلتها:

حيث أن مقدار القوة التي يبذلها الجسم للمحافظة على وضعه من السكون أو الحركة يعتمد على مقدار كتلته، وهنا يكون التناسب طردياً بين الكتلة والقوة المطلوبة للمحافظة على الوضع أو تغير الوضع الحركي للجسم:

تطبيق1:

ومن هنا جاء التقسيم لفعاليات رياضية مثل (**رفع الاثقال والمصارعة والملاكمة**) وغيرها من الالعاب والفنون القتالية حسب (**الفئات الوزنية**) وذلك لان صاحب الكتلة الاصغر سيكون من الصعب عليه جدا من تغيير حركة اللاعب ذو الكتلة الاكبر، حيث أن الكتلة تلعب دوراً حاسماً في كل الفعاليات الرياضية.

تطبيق2:

وتحتاج بعض الرياضات أن يمتلك اللاعب قصور ذاتي قليل لكي ببذل قوى تستطيع التغلب على قوة الجاذبية من أجل تحقيق إنجاز أكبر كما هو الحال بالنسبة للاعبي الجمناستك عند أداء الحركات الدورانية وزيادة هذا القصور عند الهبوط من الأجهزة.. من هنا فأن من الضروري جداً بالنسبة للاعبي الجمناستك أن يستمرون بالمحافظة على عدم زيادة كتلتهم. مع العمل على تطوير القوة باتجاه التغلب على كتلتهم أو القصور الذاتي لأجسامهم.

تطبيق3:

وهناك رياضات اخرى تحتاج أن تكون كتلة الجسم قليلة من أجل أن تكون القوى التي تحاول تغيير الحالة الثابتة الى الحالة الحركية قادرة على تنفيذ هذا التغيير مثل لاعب الوثب العالي، إذ كلما اقترب اللاعب من تخفيف أو تقليل المقاومة (القصور الذاتي) التي بتعرض لها بكون قد اقترب من أداء الحركة بشكل ناجح.

2. الحالة الحركية للجسم:

حيث أن الجسم الساكن يحتاج الى قوة أكبر للتغلب على قصوره الذاتي من الجسم المتحرك، أي أن تغيير الحالة الحركية للجسم المتحرك يكون أسهل من الجسم الساكن، ونقصد بتغيير الحالة الحركية هو زيادة السرعة من خلال زيادة مقدار القوة المؤثرة بثبات كتلة الجسم، ومن الممكن أن يكون لدى المدرب الالمام بذلك:

تطبيق:

حيث أن العمل على زيادة السرعة أو التغيير في التعجيل اثناء العمل يكون له الاثر الاكبر في احداث التطور البدني المطلوب مع مراعاة المسارات الحركية، وبما أن كتلة الرياضي ثابتة فإن تغيير السرعة هو المطلوب كجانب تدريبي، ويظهر ذلك أيضاً في تنفيذ الركلات الثابتة والمتحركة في كرة القدم وكذلك عند حدوث التصادم بين لاعبين أحدهما ثابت والأخر متحرك في الأرض أو الهواء اثناء القفز.

3. مساحة قاعدة الارتكاز:

إن العلاقة طردية بين مساحة قاعدة الارتكاز ومقدار القصور الذاتي للجسم، ومن هنا كان لوقفة البداية في الكثير من المهارات الرياضية المختلفة الاثر الاكبر في تحقيق استقرار لدى الرياضي:

تطبيق:

فالمصارع يؤكد على الوقوف بقاعدة واسعة للمحافظة على الاستقرار العالي سيما أثناء التلاحم مع المنافس وكذلك الحال في الملاكمة فأن وقفة الاستعداد تكتسب أهمية كبيرة لمنع سقوط اللاعب بسهولة.. إن القاعدة الواسعة والمتوازنة للجسم تمنع من خروج مركز ثقله خارج قاعدة الارتكاز وتحدد زاوية سقوطه وهو من العوامل المهمة التي تحدد مقدار القصور الذاتي للأجسام.

4. ارتفاع مركز ثقل الجسم:

وتكون العلاقة عكسية مع مقدار القصور الذاتي، حيث زيادة ارتفاع مركز ثقل الجسم بقلل من قصوره الذاتي والعكس صحيح.

تطبيق:

نلاحظ الاطفال بأعمار صغيرة (4-6) سنوات تكون خطواتهم غير مستقرة، وذلك بسبب ارتفاع مركز ثقلهم بالنسبة لأطوالهم.

5. طبيعة الارض أو السطح:

لكي نتغلب على القصور الذاتي لجسم على سطح أملس أو صقيل، نحتاج الى قوة أقل مما لو كان السطح خشناً أو متعرج، ويتضح ذلك من خلال ممارسة فعاليات رياضية مختلفة على أرضيات مختلفة.

تطبيق:

كما هو الحال بالمتزلجين حيث يضعون الشمع على الجزء الأسفل من الزلاجات لتقليل الاحتكاك بين الثلج والزلاجات، أو زيادته لتحقيق الأسرع.

القانون الثاني (قانون التعجيل)

يتناسب تعجيل الجسم طردياً مع القوة المؤثرة عليه، وعكسياً مع كتلته

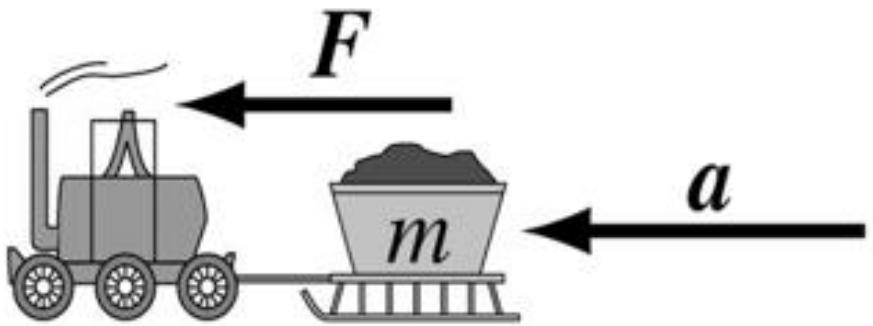
إذا أثرت قوة أو مجموعة قوى على جسم ما فإنها تكسبه تعجيلاً يتناسب مع محصلة القوى المؤثرة، ومعامل التناسب يتأثر بكتلة الجسم.

$$\text{التعجيل} = \frac{\text{القوة}}{\text{الكتلة}}$$

القوة = الكتلة × التعجيل ..... وحدة قياس القوة = N

القوة = الكتلة × $\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$

F = m x a kg.m/s2



- مثال / احسب مقدار القوة التي يبذلها عداء كتلته 80 كغم لقطع مسافة 100 متر بزمن قدره 10 ثانية ؟ وماهي مقدار هذه القوة لعداء ثاني كتلته 120كغم ويقطع نفس مسافة السباق بنفس الزمن ؟

- الحل

يجب است

القوة = ا

اما للعداء

ذكرنا في دراستنا لقانون نيوتن الأول ان الكتلة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بقانون القصور الذاتي للجسم، حيث تعد مقياساً للقصور الذاتي لذلك الجسم، فلو أخذنا على سبيل المثال جسماً بكتلة معينة ويسير بسرعة معينة فان حاصل ضرب (الكتلة × سرعته) يطلق عليها كمية حركة ذلك الجسم، فاذا كان الجسم يسير بسرعة س1، ثم أثرنا فيه بقوة حتى أصبحت سرعته س2،

فان كمية حركته في الحالة الأولى = ك س1

وكمية حركته في الحالة الثانية = ك س2

ان الفرق بين كمية حركة الجسم في الحالتين تكون كالاتي:

كمية الحركة الثانية – كمية الحركة الأولى = ك س2 – ك س1

ولكن التغيير الذي حدث في كمية الحركة من الحالة الأولى الى الحالة الثانية كان بفعل تأثير القوة ولذا تصبح المعادلة كالاتي:

ق = ك (س2 – س1)

وحيث أن التغيير الذي حدث في كمية حركة ذلك الجسم في فترة زمنية معينة (معدل تغير كمية الحركة)

وعليه تصبح المعادلة كالاتي:

$$ق = ك \times \frac{(س2 - س1)}{الزمن}$$

وبما أن

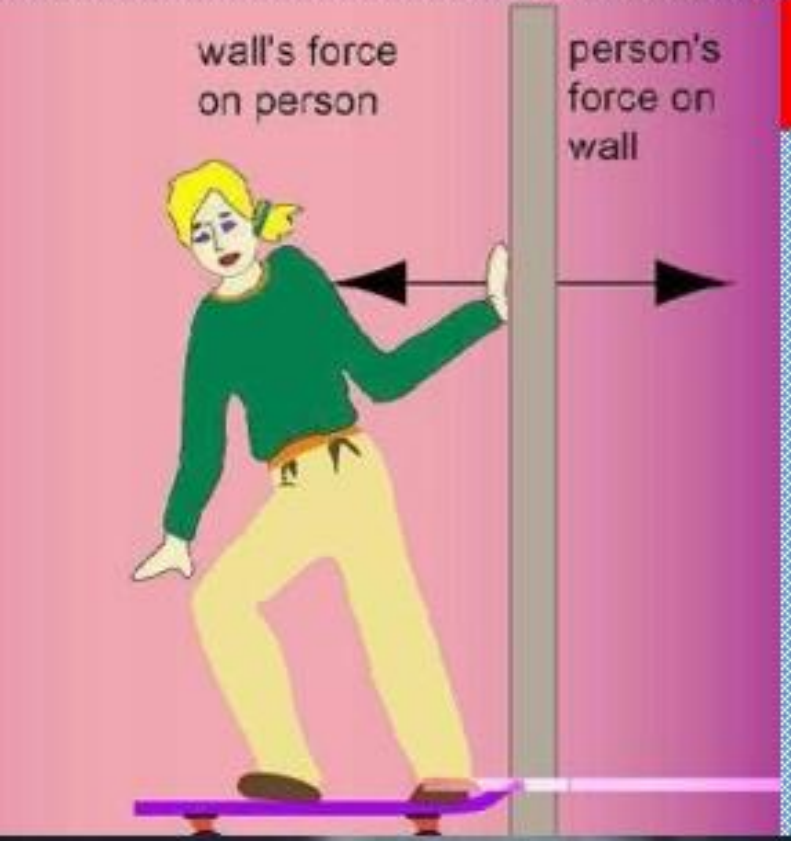
$$\frac{(س2 - س1)}{الزمن} = تعجيل الجسم$$

اذن يمكننا القول أن القانون النهائي يكون

ق = ك × ج ..... ( )

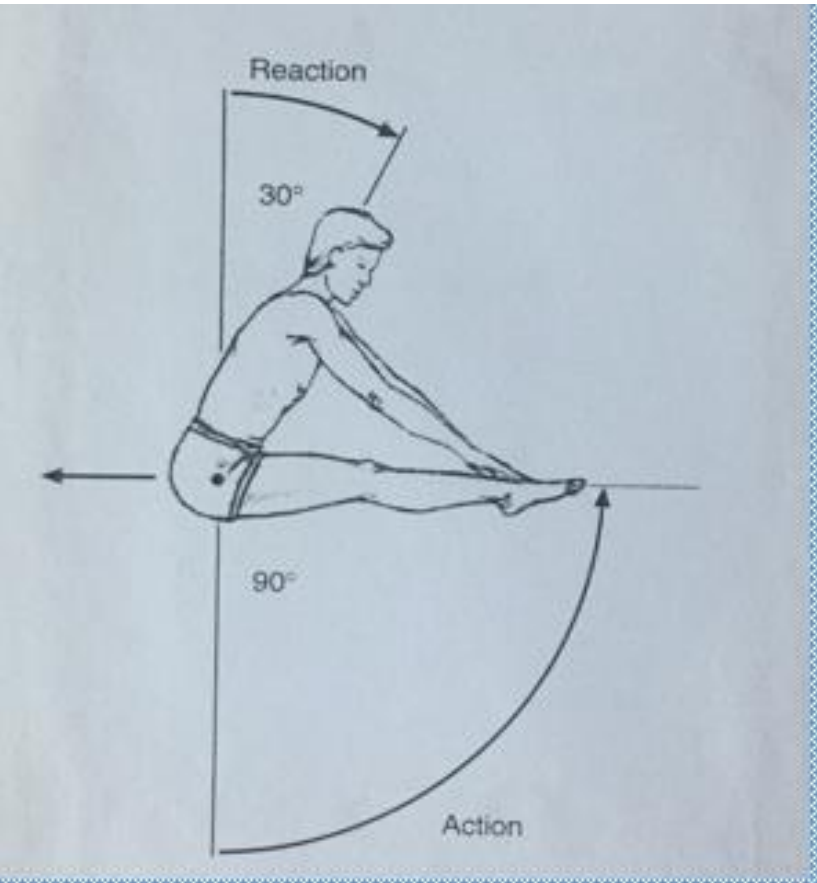
قانون نيوتن الثالث (قانون الفعل ورد الفعل)

لكل قوة فعل هناك قوة رد فعل، مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه



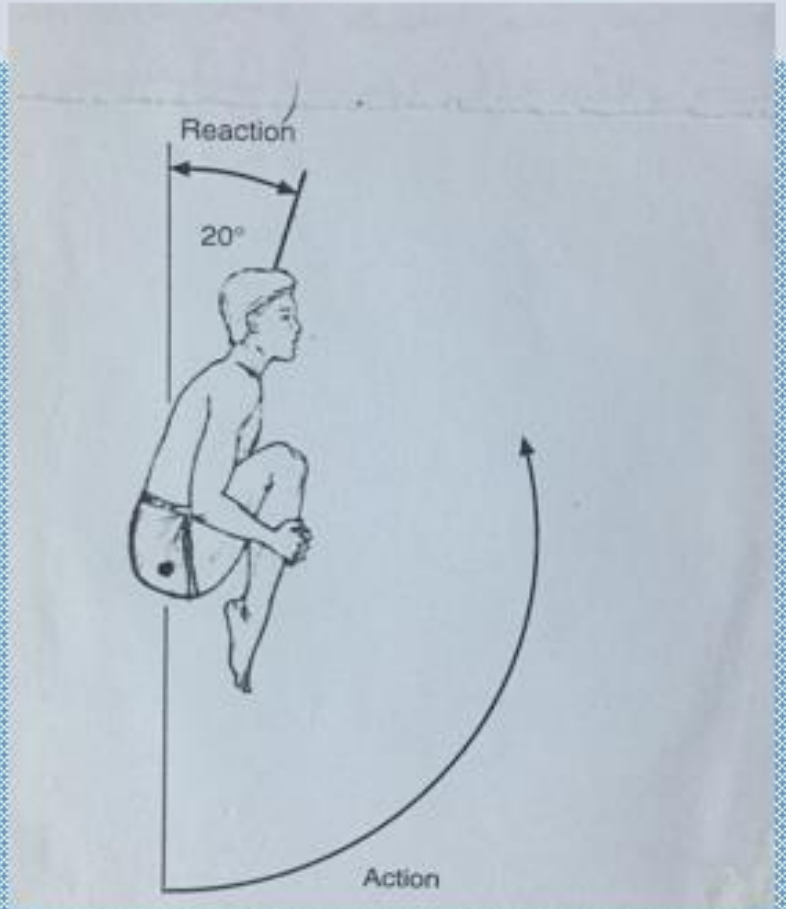
ففي الشكل أعلاه يوضح واثبة العالي اثناء اجتيازها العارضة بطريقة (الفوسبري)، حيث يؤكد المختصون في مجال البايوميكانيك والتدريب الرياضي على حقيقة سحب الرأس باتجاه الصدر لحظة عبور الرأس العارضة، حيث ان هذا الفعل سينتج عنه حركة رد فعل للرجلين وبنفس المقدار وباتجاه معاكس، مما سيساعد ذلك على رفع الرجلين وعبورها العارضة.

CUBA
Barcelona '92
367



عندما يكون الرياضي في الهواء، فان أي حركة فعل لأي جزء من اجزاء الجسم سوف تسبب حركة رد فعل مساوية بالمقدار ومعاكسة بالاتجاه .. فان حركة الرجلين عكس عقارب الساعة بصورة عمودية وبزاوية (90 درجة) فان هذا الفعل سيسبب رد فعل في الجزء العلوي للجسم باتجاه عقارب الساعة وبزاوية مقدارها (30درجة)

سؤال.. كيف تفسر اختلاف قيم الانتقال الزاوي لأجزاء الجسم مع مبدأ تساوي كمية الفعل ورد الفعل ؟



سؤال.. على الرغم من دوران الرجلين بزاوية (90 درجة) ولكن بمجرد تكوير الرجلين وسحبهما نحو الجذع فأن مقدار حركة الجزء العلوي سينقص عن الحالة السابقة.

يوضح القيم المقربة لأوزان أجزاء الجسم (عن جيرد هوخموت)

١	الرأس	٠,٠٧
٢	الجذع	٠,٤٣
٣	الفخذ	٠,١٢
٤	الساق	٠,٠٥
٥	القدم	٠,٠٢
٦	العضد	٠,٠٣
٧	الساعد	٠,٠٢
٨	اليد	٠,٠١