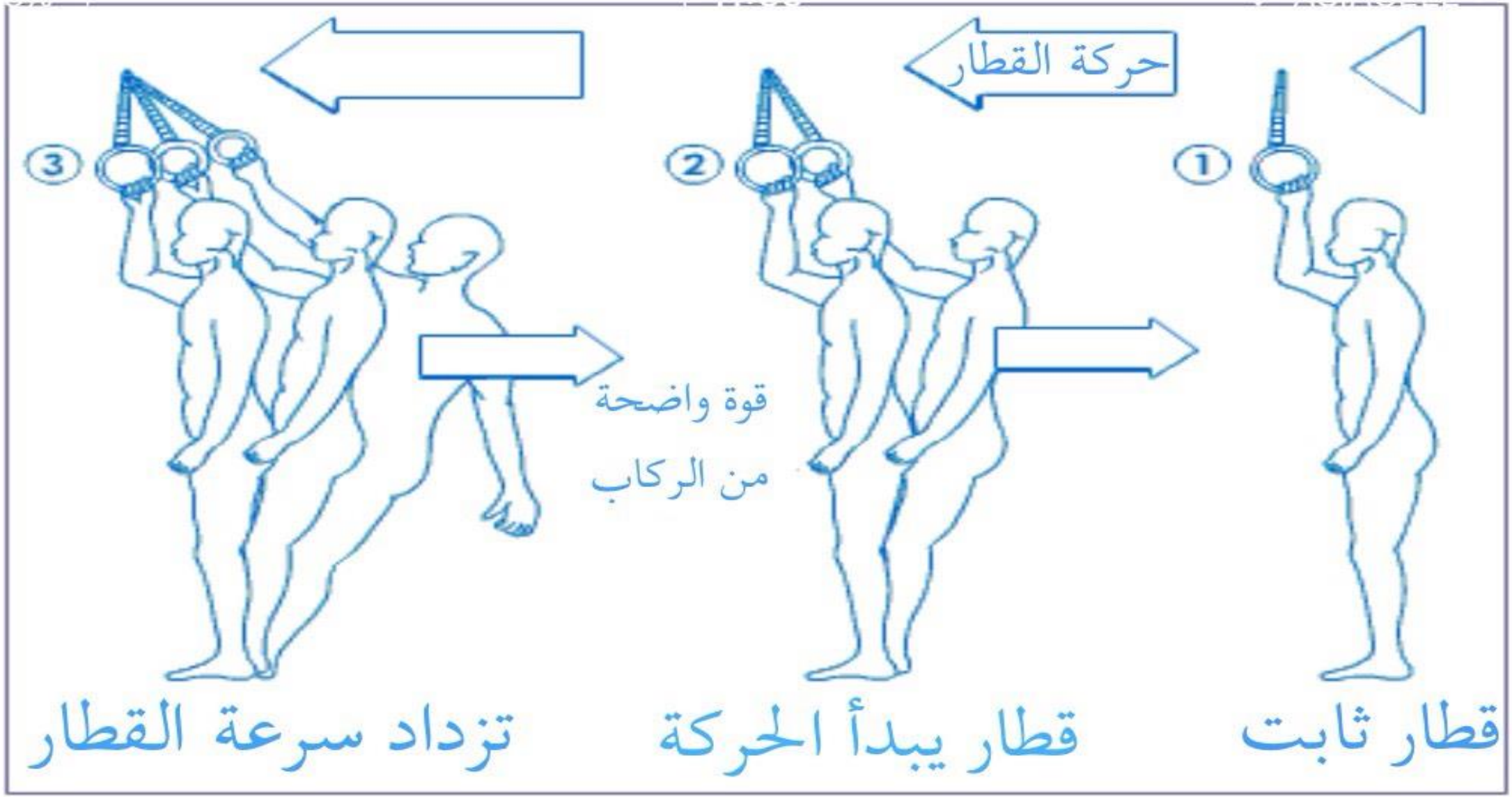
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة المستنصرية
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

الكينتك المستقيم وقوانين نيوتن في الحركات الرياضية

أعداد
م.د سلمان داود طعيمة

كجزء من متطلبات مادة البايوميكانيك الرياضي

١٤٤٦هـ ٢٠٢٥م


حركة القطار
1
2
3
قوة واضحة
من الركاب
قطار ثابت
قطار يبدأ الحركة
تزداد سرعة القطار

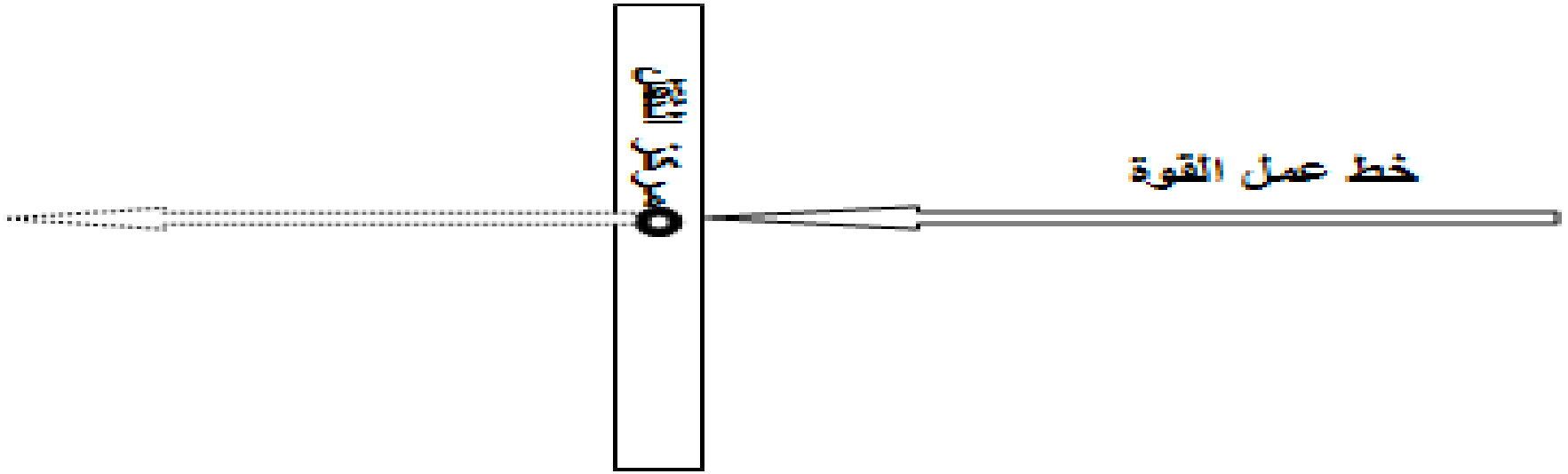
التطبيقات الأساسية لقوانين نيوتن في الحركات الرياضية

في القرن السابع عشر الميلادي، اقترح عالم الرياضيات الإنجليزي السير إسحق نيوتن ثلاثة قوانين للحركة، وقد مكَّنت هذه القوانين العلماء من وصف وتفسير حركات الأجسام الجامدة والحية على حد سواء، والذي يهمنا في البايوميكانيك الرياضي هو كيفية التعامل مع هذه القوانين وبما يفسر المسارات الحركية للفعاليات الرياضية وكيفية حدوثها باختلافها سواء كانت خطية او دورانية ومن خلال معرفة او فهم هذه الحركات من الناحية الميكانيكية فأن ذلك يمكننا من تطوير الانجاز، مع الأخذ بنظر الاعتبار أن هناك خصوصية في التعامل مع قوانين نيوتن في الفعاليات الرياضية او الحركات العامة التي يقوم بها الإنسان لأسباب عدة متداخلة منها فسلجية ونفسية فضلا عن أسباب أخرى تتعلق بطبيعة الجسم البشري

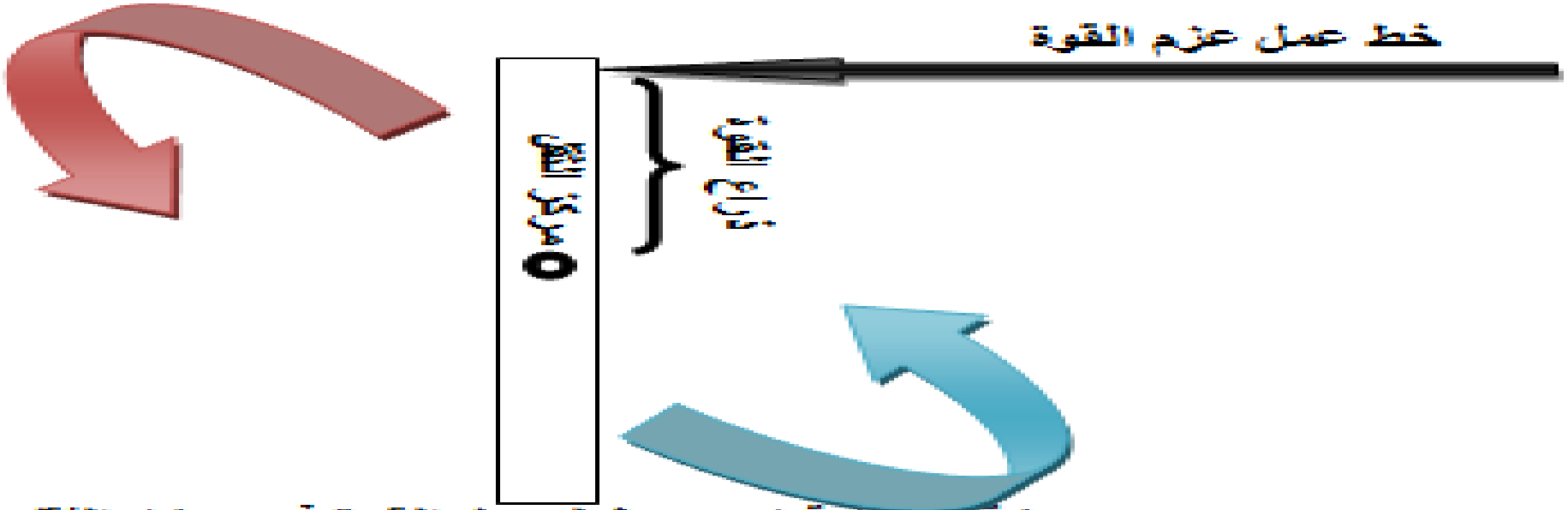
لكي نفهم القوانين الثلاث الأساسية للحركة وجب علينا ان نفهم القوة Force من الناحية الميكانيكية والتي تطرقنا إليها في أكثر من موضع حيث انها تعني الفعل الميكانيكي الذي يغير او يحاول إن يغير من حالة الجسم الحركية او الشكلية، ومن خصائصها:-

- القوة تسلط او تنتج من قبل جسم لكي تؤثر على جسم آخر.
- القوة لها مقدار واتجاهها و تقاس القوة بوحدات النيوتن او الداين.
- تعد أحدى مظاهر التأثير المتبادل بين جسمين ويظهر التأثير على كليهما(قانون نيوتن الثالث).
- اذا سلطت قوتان على جسم واحد في الوقت نفسه فأن تأثيرهما يكون مكافئ لتأثير قوة واحدة تعبر عن محصلة القوتين وتحسب من خلال قوانين المتجهات.

- قبل الخوض في المفاهيم التفصيلية لقوانين نيوتن الخاصة بالحركة لابد من إن نفهم من إن خط عمل القوة ونقطة تأثيرها هما اللذان يحددان طبيعة الحركة، حيث اذا مر خط عمل القوة في مركز ثقل الجسم اي تطابقت نقطة تأثير القوة مع مركز ثقل الجسم اكتسب الجسم كمية حركة خطية، وفي الجانب الثاني اذا أثرت القوة على الجسم في نقطة خارج مركز ثقل الجسم اي ببعد عمودي عن محور الدوران اكتسب الجسم حركة دورانية تعتمد كميتها على مقدار البعد عن المحور.



حركة خطية يمر خط عمل القوة في مركز الثقل



حركة دورانية لا يمر خط عمل القوة في مركز الثقل يسمى عزم قوة

قانون نيوتن الأول (القصور الذاتي) Inertia

((كل جسم يستمر في سكونه او حركته الخطية او الدائرية ما لم تؤثر عليه قوة خارجية))

او بتعبير أخر يعني **((قدرة الجسم على مقاومة التغير في الحركة على شرط إن تكون القوة المؤثرة في تغير الحركة هي قوة مركزية))**

يعرف هذا القانون بقانون الاستمرارية او عزم القصور الذاتي Moment of inertia وأصل المصطلح يعني الكسل او الخمول وهو من اللغة اللاتينية، وهو صفة موجودة في كل الأجسام الحية او غير الحية.

إن التفسير السابق والمتعلق بمقاومة الأجسام لتغير حالتها ينطبق أيضا على الفعاليات الرياضية حيث إن العداء في سباق ١٠٠ متر يستمر في ركضه الأ إذا كانت هناك قوة توقفه او تقلل من سرعته (ماهي هذه القوة؟)

- حيث يصعب عليه التوقف فجأة، وكذلك فأن القفز لمسافة بعيدة يتطلب من الرياضي الركض من مسافة وبسرعة معينة لتحقيق تلك القفزة اي هناك قوة لتغير حالة الجسم الحركية، إن مادة جسم الرياضي او الأداة التي يستخدمها تحاول الاستمرار في حالتها من السكون او الحركة الا إذا حدث تأثير من قوة خارجية تتغلب على قصورها الذاتي.
- إن التعامل في قانون نيوتن الأول يكون من خلال حالتين هما السكون او الحركة ففي الحالة الأولى السكون فأن محصلة القوى المؤثرة على الجسم يجب إن تساوي صفراً وفي حالة عدم تساوي او تتعادل هذه القوى فيتحول الجسم الى حالة الحركة وهذا ينطبق على الحركة الخطية والدائرية.

العوامل المؤثرة في قانون نيوتن الأول (القصور الذاتي)

١- يرتبط القصور الذاتي للأجسام بمقدار كتلتها حيث إن مقدار القوة التي يبذلها الجسم للمحافظة على وضعه من السكون او الحركة يعتمد على مقدار كتلته وهنا التناسب طرديا بين الكتلة والقوة المطلوبة للمحافظة على الوضع او تغير الوضع الحركي للجسم .

من هنا جاء التقسيم لفعاليات رياضية مثل رفع الأثقال والمصارعة والملاكمة وغيرها من الألعاب والفنون القتالية حسب الفئات الوزنية (تعليل)، حيث إن الكتلة تلعب دوراً حاسماً في كل الفعاليات الرياضية، ففي الجمناستك يكون هدف القوة بأتجاه التغلب على وزن جسم اللاعب من هنا فأن لاعبي الجمناستك من الضروري جدا إن يستمرون بالمحافظة على عدم زيادة كتلتهم مع العمل على تطوير القوة باتجاه التغلب على وزنهم او القصور الذاتي لأجسامهم، وفي فعاليات المصارعة والملاكمة ... الخ نلاحظ إن كتلة اللاعب مهمة جدا في التأثير على الخصم وهكذا للفعاليات الرياضية الأخرى .

- ٢- الحالة الحركية للجسم، حيث إن الجسم الساكن يحتاج الى قوة اكبر للتغلب على قصوره الذاتي من الجسم المتحرك اي إن تغيير الحالة الحركية للجسم المتحرك يكون اسهل من الجسم الساكن، نقصد بتغيير الحالة الحركية هو زيادة السرعة من خلال زيادة مقدار القوة المؤثرة بثبات كتلة الجسم ؟
- حيث إن العمل على زيادة السرعة او التغيير في التعجيل أثناء العمل يكون له الأثر الأكبر في أحداث التطور البدني المطلوب مع مراعاة المسارات الحركية وبما إن كتلة الرياضي ثابتة فإن تغيير السرعة هو المطلوب كجانب تدريبي في هذا الجانب، يظهر ذلك أيضا في تنفيذ الركلات الثابتة والمتحركة في كرة القدم وكذلك عند حدوث التصادم بين لاعبين احدهما ثابت والآخر متحرك في الأرض او في الهواء – أثناء القفز.

- ٣- يتمثل العامل الثالث بمساحة قاعدة الارتكاز التي ينطلق منها الجسم لتنفيذ الواجب الحركي، والتناسب طردياً بين مساحة قاعدة الارتكاز ومقدار القصور الذاتي للجسم، من هنا كان لوقفة البداية في الكثير من المهارات الرياضية المختلفة الأثر الأكبر في تحقيق استقرار اكبر لدى الرياضي
- فالمصارع يؤكد على الوقفة بقاعدة واسعة للمحافظة على الاستقرار العالي سيما اثناء الاشتباك مع الخصم وكذلك في الملاكمة فإن وقفة الاستعداد تكتسب أهمية كبيرة لمنع سقوط اللاعب بسهوله، 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.

- ٤- ارتفاع مركز ثقل الجسم هو من العوامل التي تحدد مقدار القصور الذاتي وتكون العلاقة عكسية حيث إن زيادة ارتفاع مركز ثقل الجسم يقلل من قصوره الذاتي وانخفاض مركز الثقل يزيد من القصور الذاتي، نلاحظ إن الأطفال بأعمار صغيرة (٤-٦ سنوات) تكون خطواتهم غير مستقرة بسبب ارتفاع مركز ثقلهم بالنسبة لأطوالهم.
- ٥- تعد طبيعة الارض من العوامل المؤثرة في القصور الذاتي للجسم لكي نتغلب على القصور الذاتي لجسم على سطح املس او صقيل نحتاج الى قوة اقل مما لو كان السطح خشنا او متعرج، إن ذلك يتضح لنا من خلال ممارسة فعاليات رياضية مختلفة على أرضيات مختلفة، لعب كرة القدم على التارتان وعلى العشب او التدريب على ارض رملية والتدريب على ارض اسفلتية وغيرها.

قانون نيوتن الثاني (قانون التعجيل) Acceleration:-

تعد القوة العامل الرئيس لحدوث الحركة وان مقدار الحركة وكميتها متعلق بمقدار القوة المؤثرة وهذا القانون يعد القاعدة الميكانيكية الرئيسة لجميع الحركات وينص القانون على :-

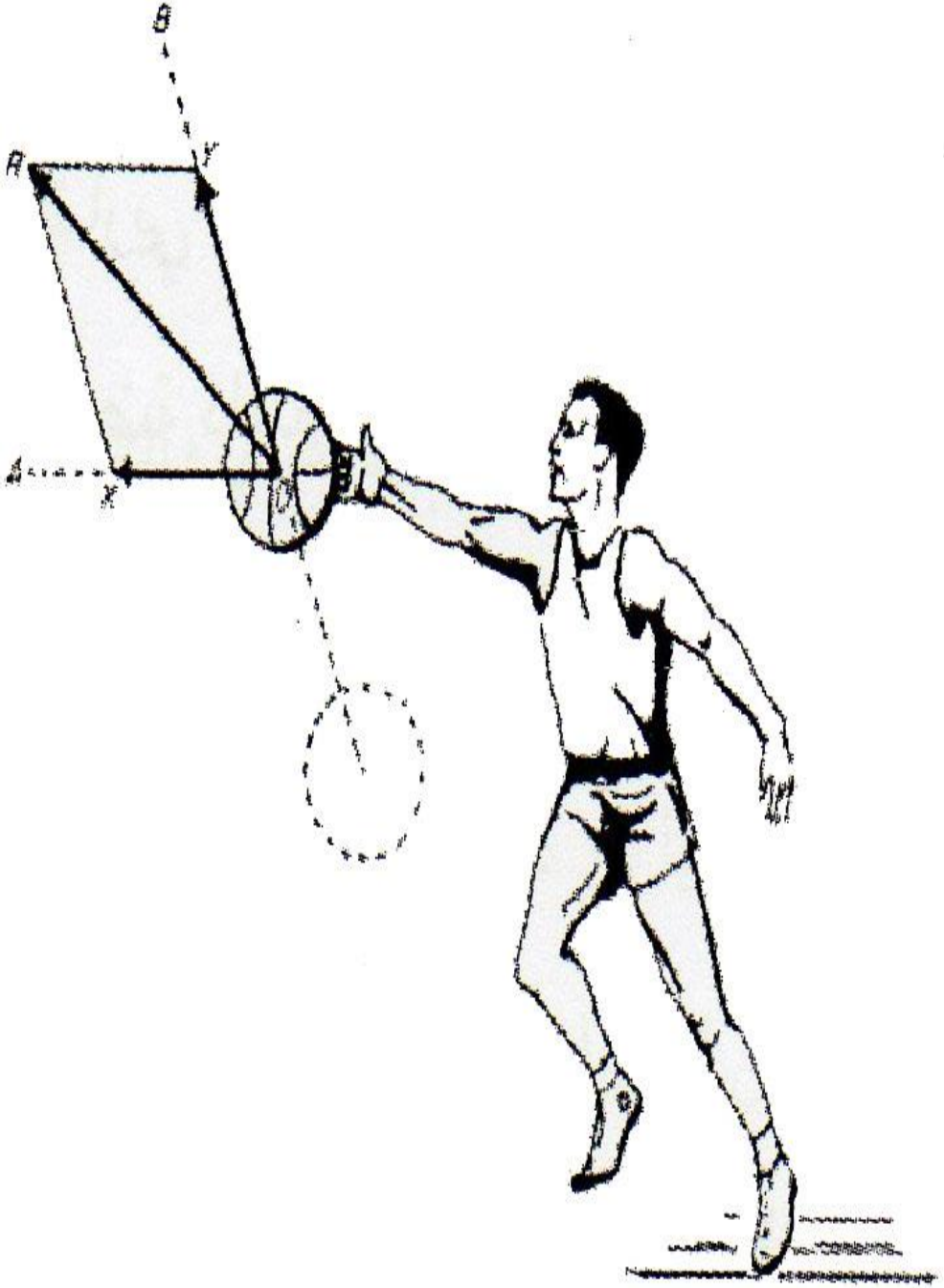
((يتناسب تعجيل الجسم طردياً مع مقدار القوة المؤثرة عليه وتكون الحركة باتجاه القوة)).

أي إن:-

القوة = الكتلة × التعجيل

ق = ك x جـ

- من المعروف إن الحركة عبارة عن ناتج التأثير المتبادل بين القوة الداخلية والقوى الخارجية اي هناك عملية فعل ورد فعل وكما سيتم التطرق أليه في القانون الثالث، وهذا يتحدد من خلال كون القوة الداخلية هي قوة العضلات التي تعمل على أنتاج حركة الجسم خلال أداء المهارات الرياضية، ويتناسب التغير في كمية الحركة (الزخم) طرديا مع القوة المؤثرة وهذا هو الأساس في الانجاز الرياضي وتنظيم عمليات التدريب.
- ومن الملاحظ إن كتلة الرياضي تلعب دورا مهما في الأداء الحركي سيما في الفعاليات التي تلعب فيها الكتلة دورا حاسما في تحقيق الانجاز مثل المصارعة والملاكمة والكثير من الفعاليات الأخرى حتى في الاركاض فأن القوة المنتجة من قبل الرياضي تتناسب مع مقدار كتلته.



س// احسب مقدار التعجيل الناتج من قوة مقدارها ١٠٠ نيوتن على ثقل كتلته ١٠ كغم ؟

الجواب :

ق= ك × جـ

١٠٠ = ١٠ × جـ

جـ = ١٠٠ / ١٠

= ١٠ م/ثا^{٢} مقدار التعجيل الذي يكتسبه الثقل

$w = 100N \quad a = 2.5 m/s^2 \quad F = ?$

$F = m \times a$

1 $m = w / 9.8$

$m = 100N / 9.8$

$m = 10.2 kg$

2 $F = 10.2kg \times 2.5 m/s2$

$F = 25.5N$

ما مقدار القوة الناتجة على الأرض لجسم وزنه ١٠٠ نيوتن ويتعجيل ٢.٥ م/ثا٢

wikiHow to Calculate Force

س / ركلت كرة قدم بقوة مقدارها (١٣) نيوتن فتسارعت في اتجاه اليمين بمقدار(٦.٥)م/ثا^{٢} ما كتلة الجسم ؟؟

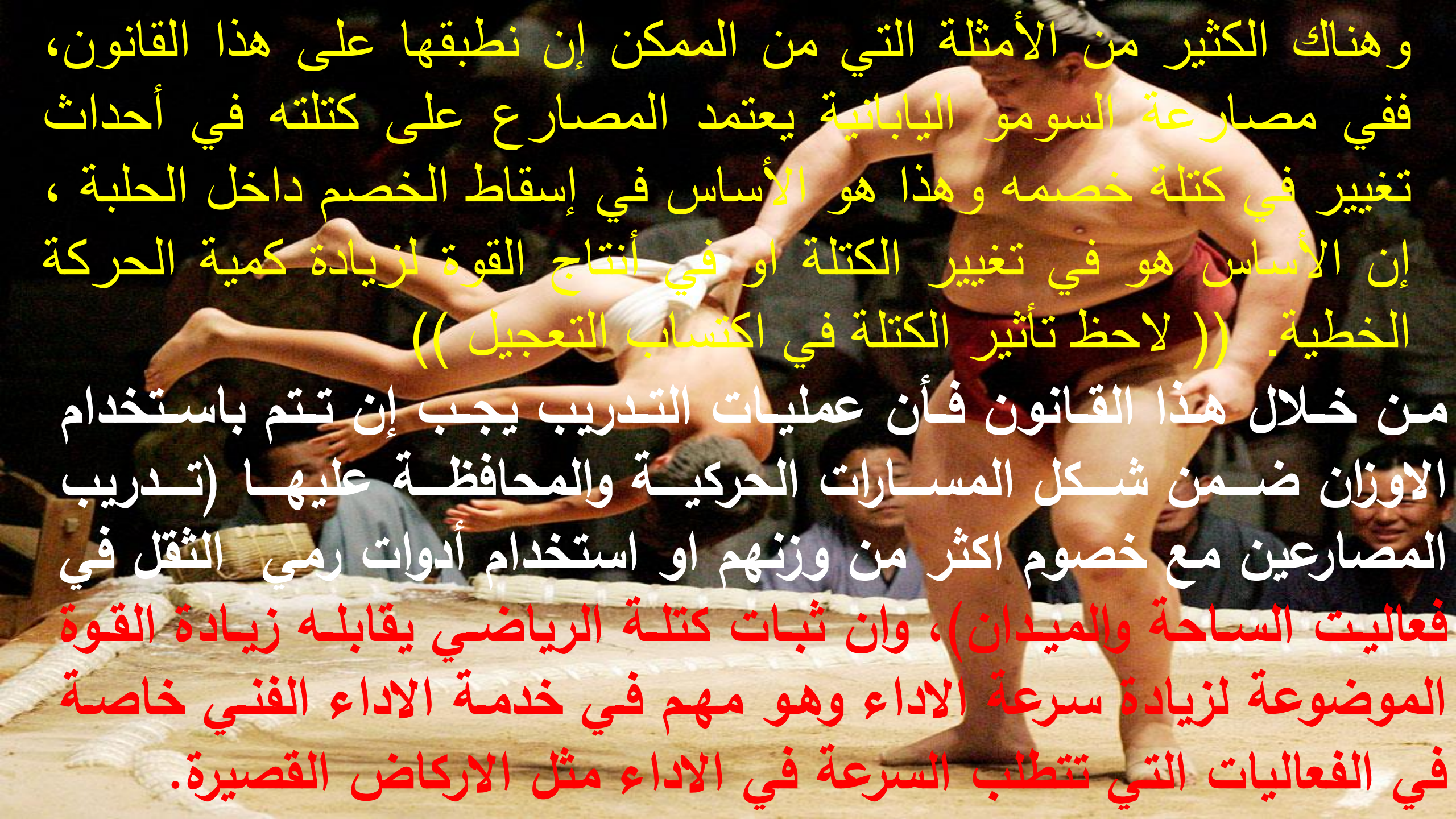
الجواب :

التسارع = القوة المحصلة ÷ الكتلة

٦.٥ = ١٣ ÷ الكتلة

الكتلة = ١٣ ÷ ٦.٥

الكتلة = ٢ كغم



وهناك الكثير من الأمثلة التي من الممكن إن نطبقها على هذا القانون، ففي مصارعة السومو اليابانية يعتمد المصارع على كتلته في أحداث تغيير في كتلة خصمه وهذا هو الأساس في إسقاط الخصم داخل الحلبة ، إن الأساس هو في تغيير الكتلة او في أنتاج القوة لزيادة كمية الحركة الخطية. ((لاحظ تأثير الكتلة في اكتساب التعجيل))

من خلال هذا القانون فأن عمليات التدريب يجب إن تتم باستخدام الاوزان ضمن شكل المسارات الحركية والمحافظة عليها (تدريب المصارعين مع خصوم اكثر من وزنهم او استخدام أدوات رمي الثقل في فعاليت الساحة والميدان)، وان ثبات كتلة الرياضي يقابله زيادة القوة الموضوعة لزيادة سرعة الاداء وهو مهم في خدمة الاداء الفني خاصة في الفعاليات التي تتطلب السرعة في الاداء مثل الاركاض القصيرة.

س / ما هو مقدار كتلة العداء الذي لديه قوة مقدارها ٨٠٠ نيوتن تمكنه من قطع مسافة سباق ١٠٠ م بتعجيل قدره ١٠م/ثا٢؟

الجواب : ق = ك × جـ

٨٠٠ = ك × ١٠ م/ثا٢

ك = ٨٠٠/١٠= ٨٠ كغم مقدار كتلة العداء

(احسب مقدار القوة التي ينتجها عداء كتلته ١٢٠ كغم).

الجواب : ق = ك × جـ

ق = ١٢٠ × ١٠

ق = ١٢٠٠ نيوتن

إن الاستخدام الأخر لهذا القانون يتعلق بدقة التهديف من مسافات مختلفة مثلا في كرة اليد او كرة السلة حيث إن استخدام القوة لكل حالة يختلف عن الحالة الأخرى لاكتساب الكرة التعجيل المناسب مع حالة التهديف المطلوبة.

س // رامي ثقل يصدر قوة مقدارها ١٢٠٠ نيوتن بسرعة ٦ م/ثا وبزمن ٠,٥ ثانية ، احسب كتلة الرامي؟

الجواب :

ق = ك × جـ **جـ = س / ن**

ق = ك × س / ن

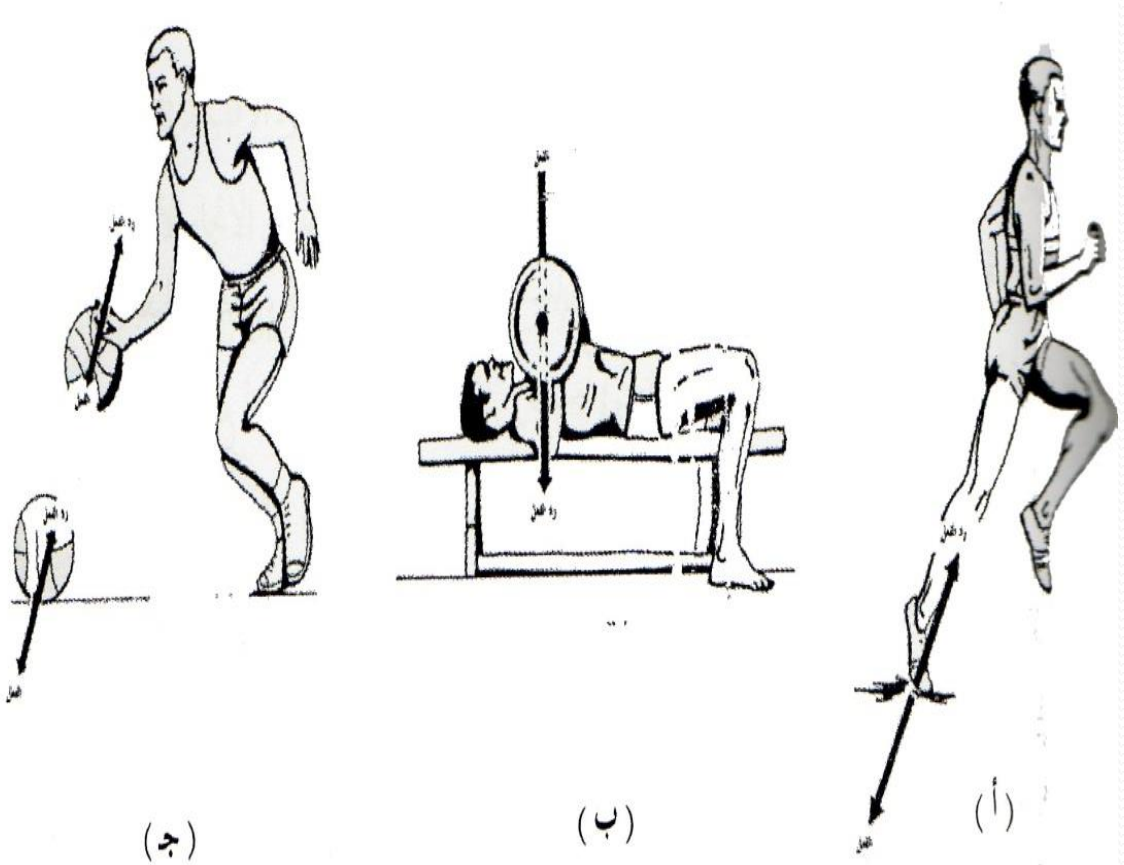
١٢٠٠ = ك × ٦ / ٠,٥ **ك = ١٢٠٠ / ١٢**

ك = ١٠٠ كغم كتلة الجسم

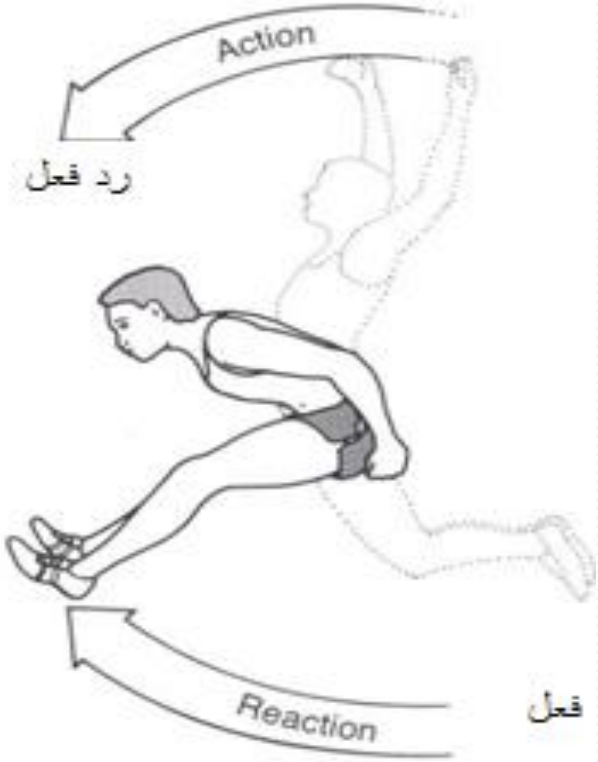
القانون الثالث (قانون الفعل ورد الفعل) Action & Reaction

((لكل فعل رد فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه بالاتجاه))

إن هذا القانون يفسر حركة الأجسام فضلا عن تفسير التأثير المتبادل بين القوى الداخلية والخارجية ويعد هذا القانون الأساس في فهم ناتج تأثير القوة على حركة الأجسام .

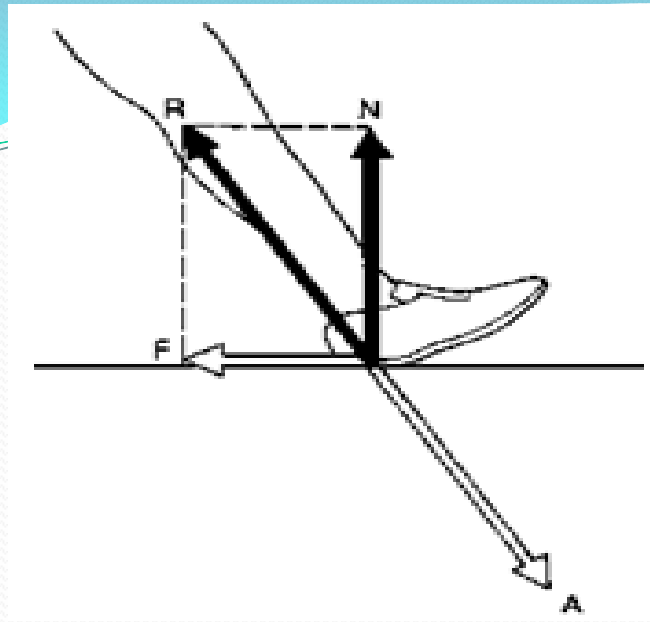


الرياضي ينتج رد فعل معاكس أثناء الركض



الفعل ورد الفعل أثناء الوثب العريض

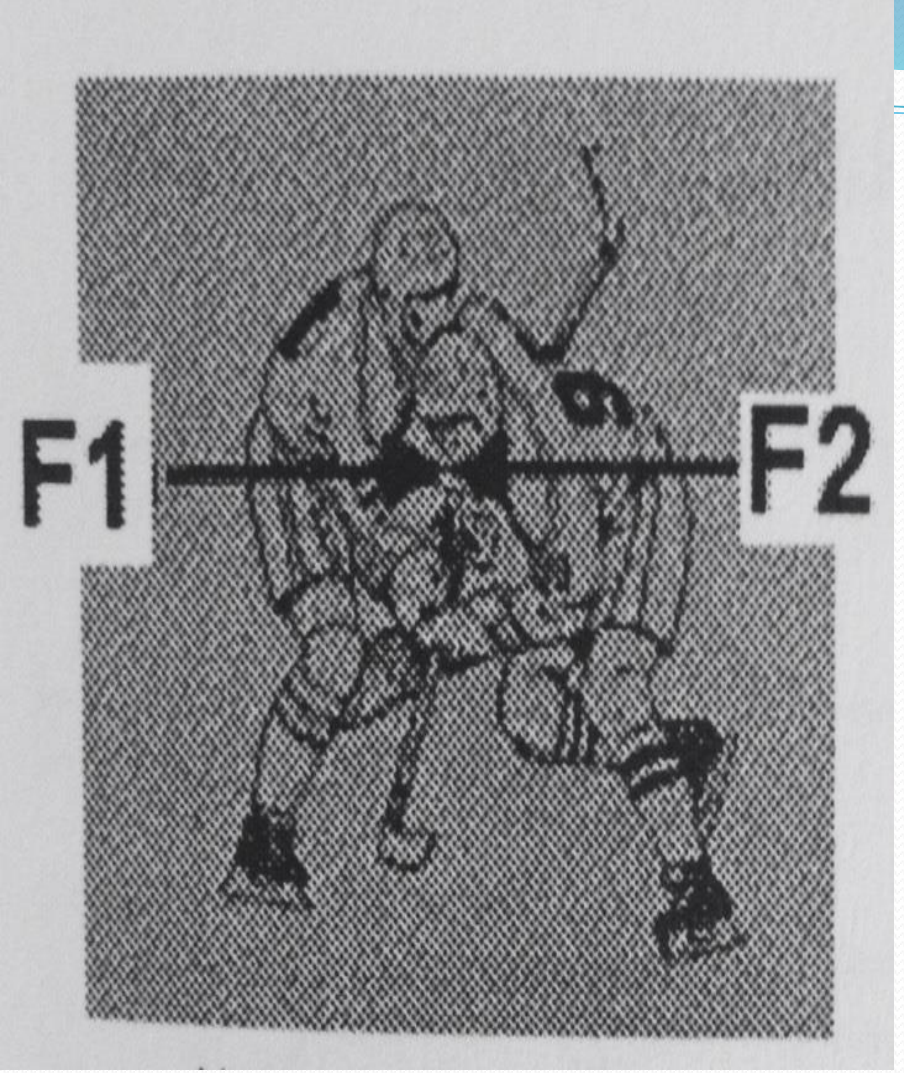
- أحيانًا يكون من الصعوبة بمكان التعرف على ردّ الفعل، فعندما تقذف كرة نحو حائط، ثم ترتدّ الكرة،فإننا لا نرى الحائط يتحرك في الاتجاه المضادّ. ولكن هناك حركة صغيرة للمساحة التي ضُرِبَت من الحائط. وإذا ارتدّت الكرة من الأرض، فإن الكرة الأرضية تتحرّك في الاتجاه الآخر، ولكن لأن كتلة الأرض كبيرة للغاية، فإن هذه الحركة تكون ضئيلة جدًا ولا نستطيع أن نميزها، وهذا ينطبق في حالة القفز العمودي او الوثب العريض يظهر رد الفعل على جسم القافز وليس على الأرض ؟؟.
- ان وجود قوتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه يظهر لنا في الكثير من الحركات الرياضية التي هي عبارة عن فعل ورد فعل وبحسب نوع المهارة، وهذا هو ما نطلق عليه التأثير المتبادل بين قوة العضلات والقوى الخارجية الأخرى مثل قوة الجاذبية والاحتكاك، ولكن المفهوم ضمن قانون نيوتن الثالث.
- ان القوة التي يسلطها الرياضي هي على الأرض عبارة عن وزنه وهي تكون باتجاه الأرض، وفي كل الفعاليات الرياضية فأن القوة المسلطة تكون باتجاه واحد وتكون قوة رد الفعل بالاتجاه المعاكس.



تعد تمارين البلايومترك من انواع التدريب التي تعتمد على مبدأ استخدام القفز من ارتفاعات مختلفة وبالتالي الحصول على ردود افعال عضلية مختلفة تسهم في تطوير العمل العضلي باتجاه المسارات الحركية، وهي تعتمد على مقدار رد فعل السطح الذي يقوم الرياضي بالتدرب عليه.

وقوة رد الفعل متجهة تتعلق بالزاوية التي يتم التأثير فيها وتكون على نفس خط عمل القوة المؤثرة وكما يظهر في الشكل.

إن ترك العداء لمنصة الركضة بقوة يدفعه الى الامام بنفس القوة ، وكذلك في السباحة حيث إن عملية السحب تولد في الوقت نفسه دفع الجسم الى الامام وتناسب ذلك مع مقدار قوة السحب بالذراع اثناء السباحة الحرة، ومن الامثلة الاخرى ارتداد كرة السلة من الارض حيث إن ارتفاعها يتحدد من خلال مقدار قوة ارتطامها بالارض كرد فعل لذلك.



س// لاعب هوكي جليد كتلته ٩٠ كغم يصطدم بلاعب أخر كتلته ٨٠ كغم ففي حالة بذل اللاعب الأول قوة ٤٥٠ نيوتن على اللاعب الثاني . فما مقدار القوة المبذولة بواسطة اللاعب الثاني على اللاعب الأول

المعلوم : ك١ = ٩٠ كغم ، ك٢ = ٨٠ كغم ، ق١ = ٤٥٠ نيوتن ، ق٢ = ؟

الجواب //

لا تتطلب هذه المسالة عملية حسابية فطبقاً لقانون نيوتن الثالث فلكل فعل رد فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه بالاتجاه ، فإذا كانت القوة الأولى المبذولة بواسطة اللاعب الأول على اللاعب الثاني مقدارها ٤٥٠ نيوتن بالاتجاه المعاكس فأن القوة المبذولة بواسطة اللاعب الثاني على اللاعب الأول ٤٥٠ نيوتن كذلك وبالاتجاه المعاكس .

شكراً لإصغائكم أتمنى أن تكون المحاضرة نالت إعجابكم