

التأثير المتبادل للقوى الخارجية والداخلية

عندما يسلط الرياضي قوة على الأرض للنهوض إلى الأعلى فهذا يعني أن رد فعل الأرض سيساوي القوة المسلطة ويعاكسه في الاتجاه، ومن المعلوم لدينا أن اتجاه الوزن (وزن الرياضي) دائما إلى الأسفل كتوضيح لمفهوم جذب الأرض للأشياء فإن اتجاه رد فعل الأرض سيكون إلى الأعلى أي بمعنى أن الرياضي عندما يؤثر بقوة إلى الأرض فإن الأرض سيرد ذلك إلى الأعلى أي إن رد الفعل سيكون بالاتجاه الموجب ومع اتجاه قوة العضلات أي:

رد الفعل = قوة العضلات

وبما أن وزن الجسم في اتجاه معاكس لرد الفعل فإننا نستطيع أن نستنتج أن:

رد الفعل = قوة العضلات - وزن الجسم

ولتوضيح ذلك في مثال، لو أدى الرياضي حركة ثني مفصلي الركبتين من الوقوف بشكل غير مبالغ فيه (انسيابي) فهذا يعني تغلب وزن الجسم على قوة العضلات وافترضنا أن وزن الرياضي كان ١٠٠٠ نيوتن وكانت قوة العضلات في لحظة الثني ٨٠٠ نيوتن فإن علامة رد الفعل ستكون سالبة لان:

رد الفعل = قوة العضلات - وزن الجسم

رد الفعل = ٨٠٠ - ١٠٠٠

رد الفعل = - ٢٠٠ نيوتن

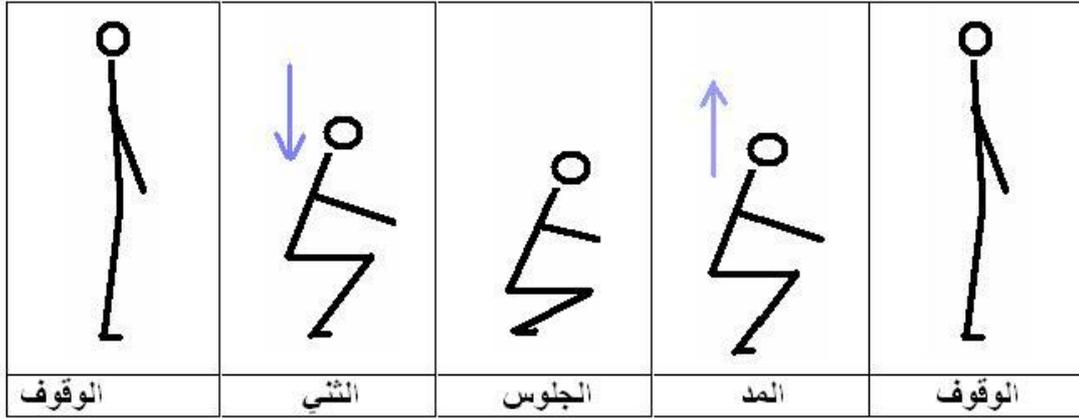
ونستنتج من ذلك أن رد الفعل سيكون اقل من وزن الجسم في حالة الثني وبالضبط سيكون (١٠٠٠-٢٠٠=٨٠٠ نيوتن وهذه ملاحظة مهمة لتفسير بعض منحنيات دالة القوة-الزمن)، أما إذا عكسنا الحالة أي إن الرياضي سيمد مفصلي الركبتين من وضع الجلوس فالتغلب على وزن الجسم الذي مقداره ١٠٠٠ نيوتن نحتاج إلى ١٢٠٠ نيوتن (افتراضا) فإن علامة رد الفعل ستكون موجبة لان:

رد الفعل = قوة العضلات - وزن الجسم

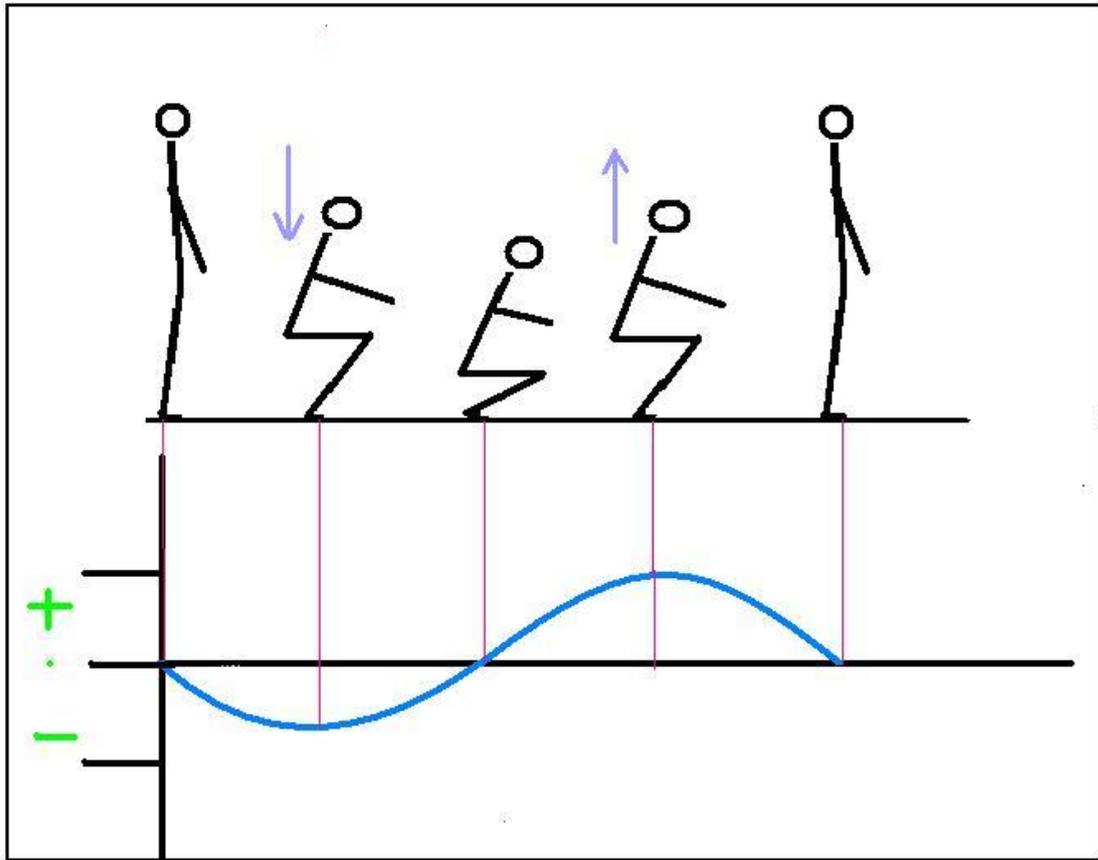
رد الفعل = ١٢٠٠ - ١٠٠٠

رد الفعل = ٢٠٠ نيوتن

ونستنتج من ذلك أن رد الفعل سيكون اكبر من وزن الجسم في حالة المد وبالضبط سيكون (١٠٠٠+٢٠٠=١٢٠٠ نيوتن) وكما موضح في الشكل المرقم (١)



الشكل (١)



ومن ذلك نستنتج أيضا إن رد فعل الأرض سيكون صفرا أو قريبا إلى الصفر إذا تساوت قوة العضلات مع وزن الجسم وسوف لن تكون هناك علامة (موجبة أو سالبة لرد الفعل) مما يؤشر أو يدل على الثبات أو الاستقرار وهذا يوضح أيضا

عدم استطاعة الأطفال من الوقوف على القدمين في سن مبكرة بسبب ضعف العضلات (تغلب وزن الجسم على قوة العضلات)

يمكننا الاستفادة من ذلك في قانون نيوتن الثاني لمعرفة التعجيل أو العجلة:
القوة = الكتلة × التعجيل

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

ولو عوضنا عن القوة برد الفعل

$$\frac{\text{رد الفعل}}{\text{الكتلة}} = \text{التعجيل}$$

ومن معلوماتنا أعلاه فإن رد الفعل = قوة العضلات – وزن الجسم
فان:

$$\text{التعجيل} = \frac{\text{قوة العضلات – وزن الجسم}}{\text{الكتلة}}$$

بوحددة م/ثا^٢

مثال :
ما مقدار التعجيل (محسوبة بوحددة م/ثا^٢) لجسم وزنه ٨٠٠ نيوتن يسلط على الأرض قوة مقدارها ٨٧٠ نيوتن .
الحل:

$$\text{التعجيل} = \frac{\text{قوة العضلات – وزن الجسم}}{\text{الكتلة}}$$

نجد الكتلة من خلال قسمة وزن الجسم على الجذب (٩,٨١ م/ثا^٢)
القوة

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

$$800$$

$$\frac{\text{الكتلة}}{9,81} =$$

$$\text{الكتلة} = 82 \text{ كغم تقريبا}$$

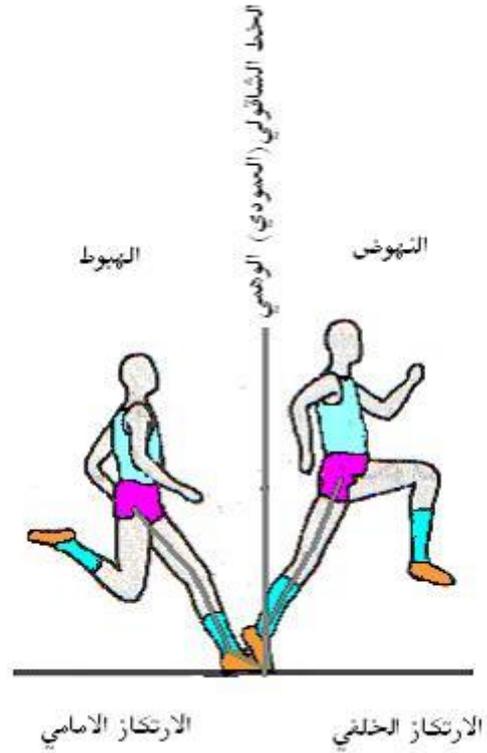
$$\frac{800 - 870}{82} = \text{التعجيل}$$

$$70$$

$$\frac{\text{التعجيل}}{82} =$$

$$\text{التعجيل} = 0,85 \text{ م/ثا}^2 \text{ بما أن التعجيل موجب فان الجسم في حالة مد}$$

ويمكننا من خلال ملاحظة الشكل المرقم (٢) أن نتوقع الخط البياني للتعجيل، إذ يتضح لآعب الوثب الطويل (العريض) في حالتين على لوحة الارتقاء الحالة الأولى الهبوط والثانية الانطلاق (نرسم من مشط اللاعب خطا عموديا وهميا إلى الأعلى فيكون في حالة الارتكاز الأمامي عندما يكون الخط الوهمي أمامه وبالعكس يكون في حالة الارتكاز الخلفي عندما يكون الخط خلفه)، وبما إن اللاعب يثني ركبته بعد هبوطه على لوحة الارتقاء فالخط البياني سيكون بالاتجاه السالب



شكل (٢)

أما إذا كان الدفع على سطح الأرض بشكل مائل مثلما هو واضح في مرحلة الارتكاز الخلفي (الشكل المرقم ٢) فإن القوة تتحلل إلى مركبتين (إذا كانت تمر بمركز كتلة الجسم) احديهما المركبة الأفقية والتي ستتعامل مع اتجاه الحركة إذ سيكون رد الفعل بعكس اتجاه الحركة أي لا تتعامل مع وزن اللاعب، والمركبة الأخرى ستكون عمودية وهي مثلما مر سابقا، أي:

$$\frac{\text{قوة العضلات}}{\text{الكتلة}} = \frac{\text{التعجيل الأفقي}}{\text{التعجيل الأفقي}}$$

على الأغلب فإن التعجيل الأفقي سيتعامل مع قوة الاحتكاك والذي تم إهماله

$$\frac{\text{قوة العضلات} - \text{وزن الجسم}}{\text{الكتلة}} = \text{التعجيل العمودي}$$

وعن طريق قانون فيثاغورس يمكننا من إيجاد المحصلة للتعجيل