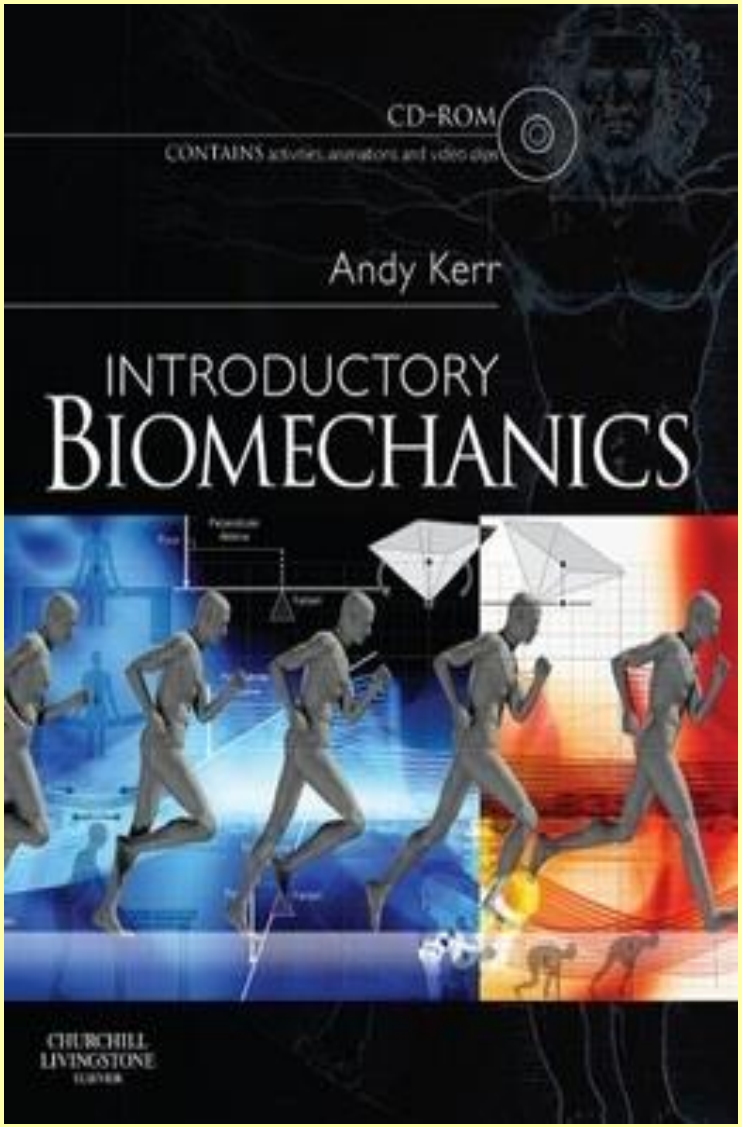
البايوميكانيك



البايوميكانيك

Biomechanic

العلم الذي يهتم بدراسة حركات ***الكائن الحي*** من خلال القوانين الميكانيكية .

او هو علم تطبيق القوانين والمبادئ الميكانيكة على سير حركات ***الكائن الحي*** تحت شروط بايولوجية،(والمقصود بالشروط البايولوجية هي التشريحية والفسلجية والكيميائية والنفسية).

- ان الاختلاف مابين دراسة عمل الالة التي تكون محكمة بقوانين الميكانيك الثابتة كقوانين الجاذبية والسرعة والتعجيل والتي على اساسها يمكن تحديد القوة الواجب استخدامها لبداية عمل الالة او استمرارها ومابين دراسة عمل جسم الكائن الحي (الانسان) والذي يكون محكما في بعض جوانب حركته بقوانين ميكانيكية ثابتة بالاضافة الى كثير من الاعتبارات العلمية لعلوم اخرى تدخل في صلب حركته مثل علوم التشريح والفسلجة والكيمياء الحيوية وعلم النفس. لذلك نجد من الضروري في دراسة حركة الكائن الحي(الانسان) ان لاتكون في الجانب الميكانيكي فقط (mechanics) ولكن بأضافة دراسة الجانب العضوي او الحيوي (Bio) وان الارتباط الوثيق مابين هذين العلمين يمثل دراستنا لحركات الكائن الحي(الانسان) من خلال علم البايوميكانيك (Biomechanic).

Biomechanic

- Biomechanic = bio + mechanic

- الجانب الميكانيكي
- قوانين الميكانيك

الجانب الحيوي(البايولوجي)

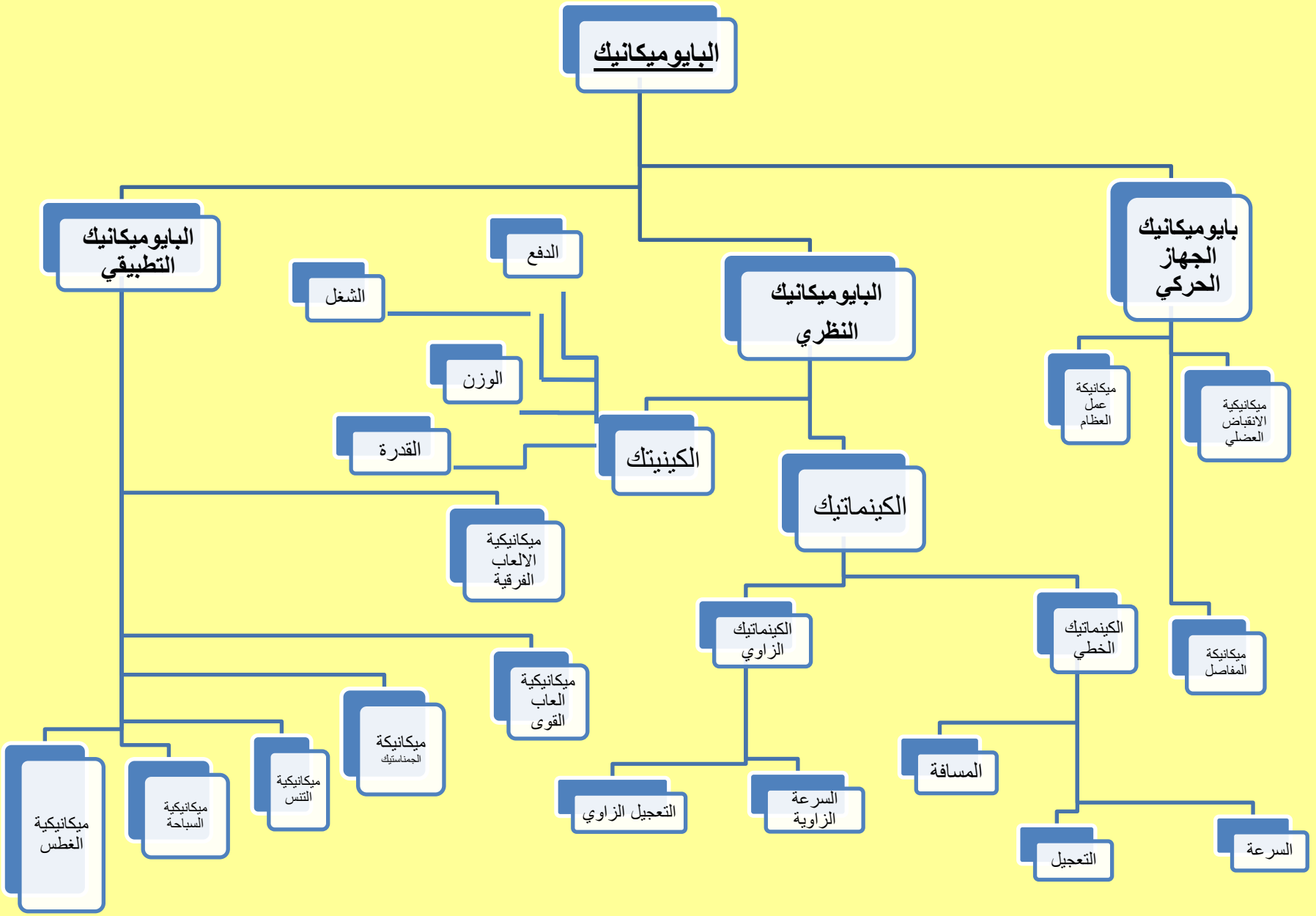
- التشريح+الفسلجة+الكيمياء+علم النفس

دراسة البايوميكانيك تتم من خلال

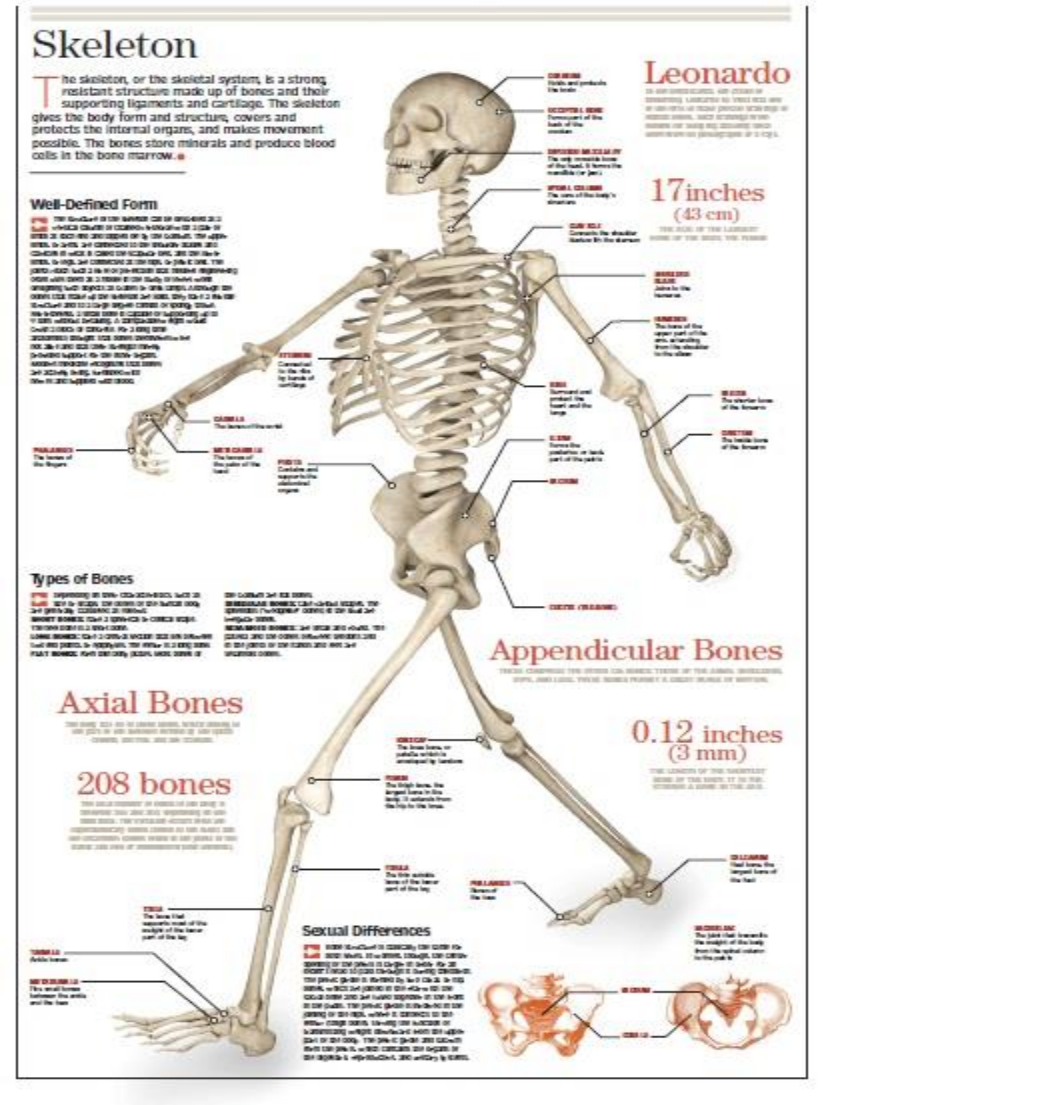
- **اولا- بايوميكانيك الجهاز الحركي للانسان** (عظام ، عضلات ، مفاصل)

- **ثانيا- البايوميكانيك النظري** (مبادئ واسس) :
- **الكينماتيك** Kinematics
- **الكينيتك** Kinetics

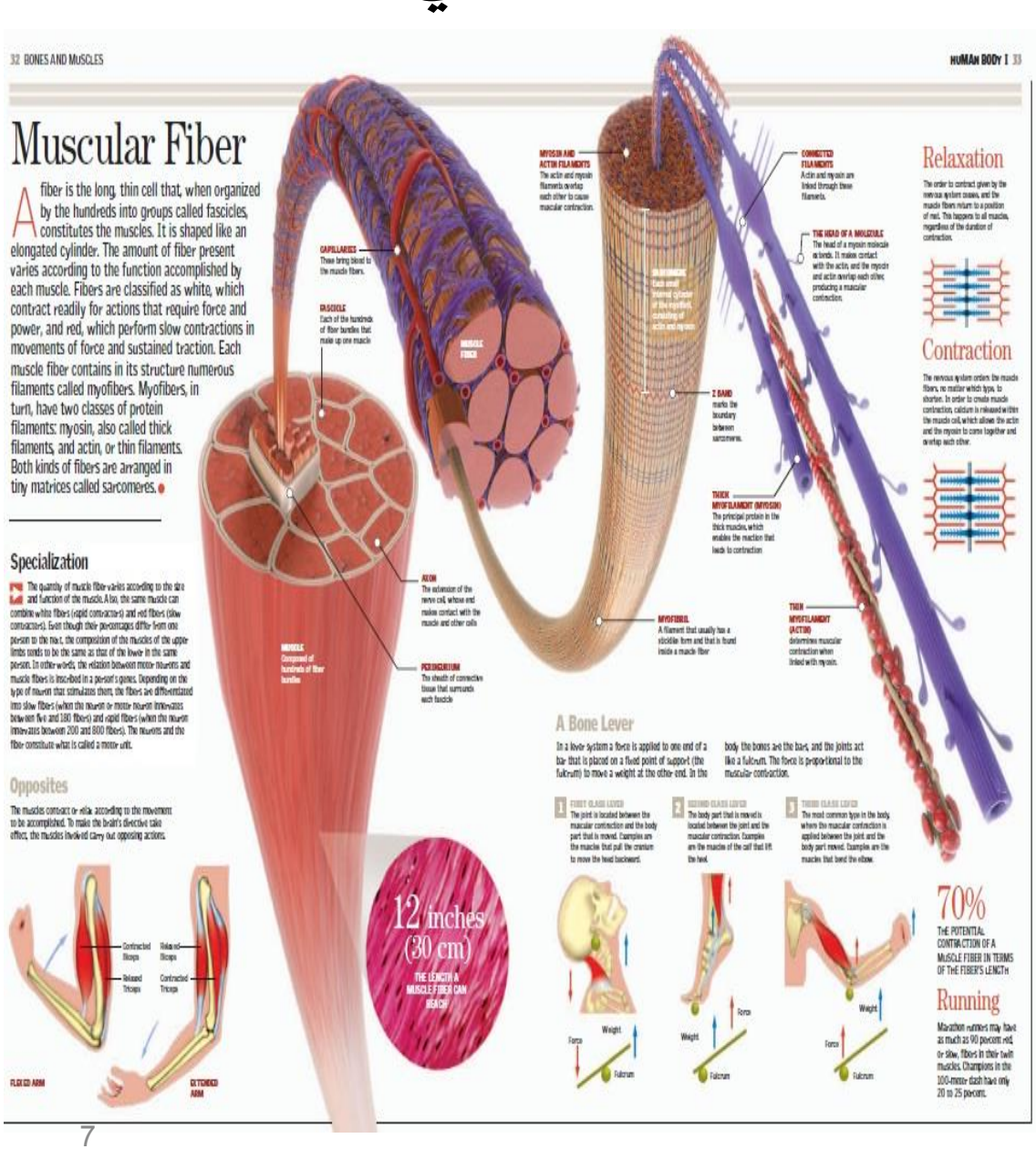
- **ثالثا- البايوميكانيك التطبيقي** (بايوميكانيك الالعاب والتمارين الرياضية)

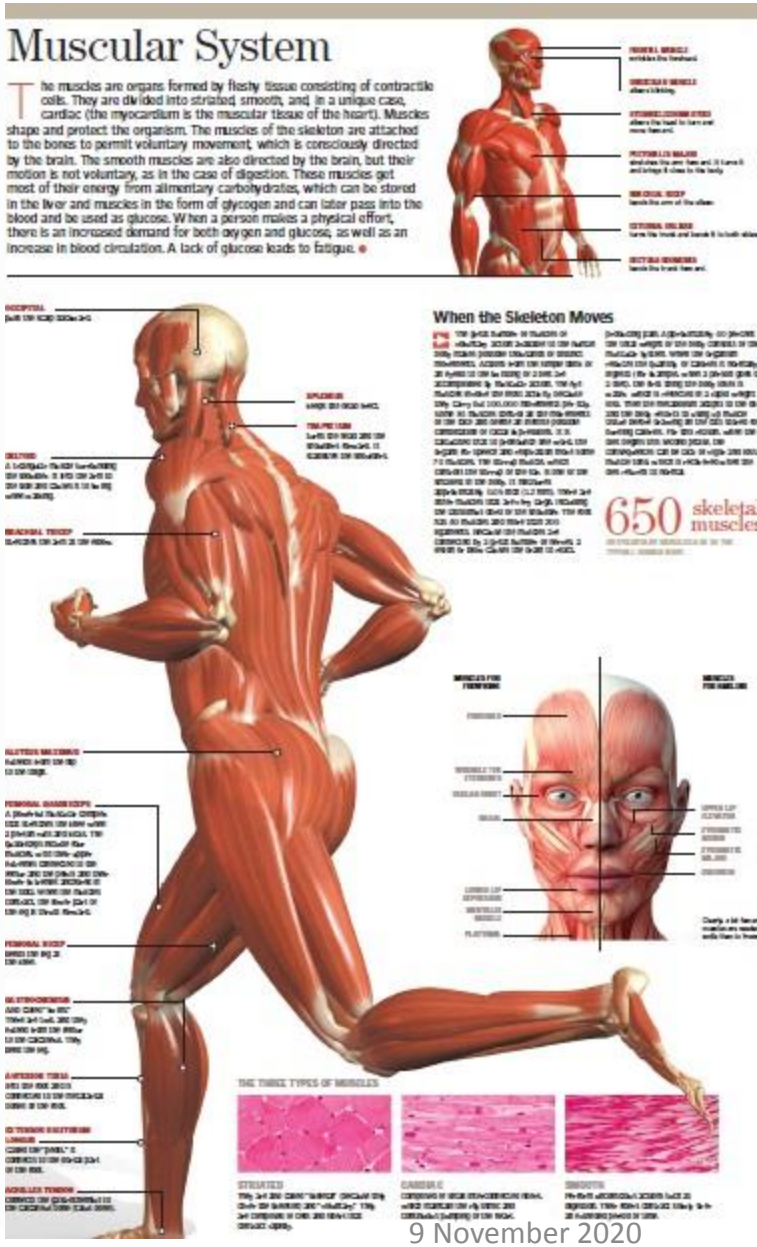

البايوميكانيك
بايوميكانيك الجهاز الحركي
البايوميكانيك النظري
البايوميكانيك التطبيقي
ميكانيكة عمل العظام
ميكانيكية الانقباض العضلي
الدفع
الشغل
الوزن
القدرة
الكينيتك
الكينماتيك
ميكانيكية الالعاب الفرقية
الكينماتيك الزاوي
الكينماتيك الخطي
ميكانيكة المفاصل
ميكانيكية العاب القوى
ميكانيكة الجمناستيك
ميكانيكية التنس
ميكانيكية السباحة
ميكانيكية الغطس
المسافة
السرعة الزاوية
التعجيل الزاوي
السرعة
التعجيل

ميكانيكية الجهاز العظمي

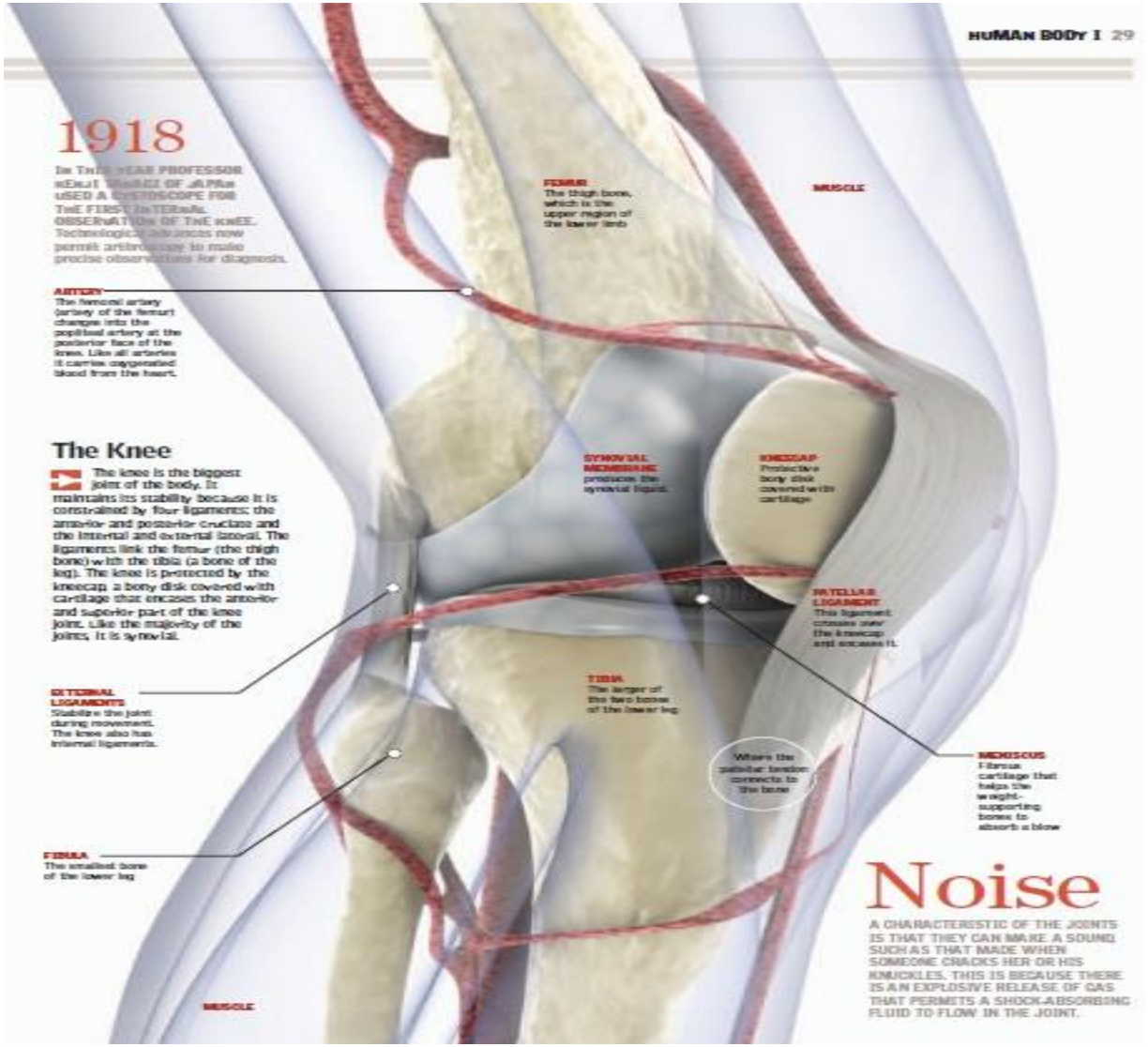


ميكانيكية الانقباض العضلي

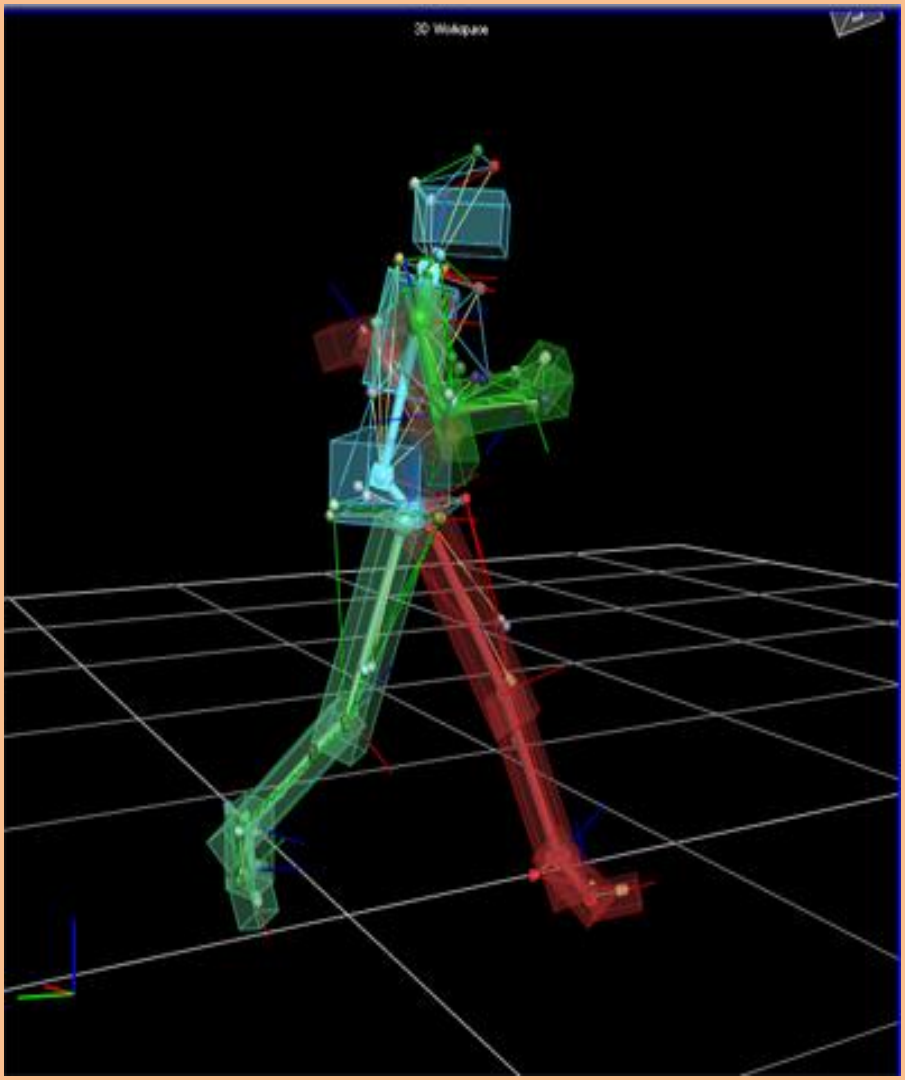




ميكانيكية عمل المفاصل



البايوميكانيك النظري



- **الكينماتيك:**

يشير هذا القسم من اقسام البايوميكانيك الى هندسة الحركة ووصفها دون البحث عن مسبباتها، فهو يصف الحركة من جوانب الزمن والمسافة والسرعة والتعجيل والزوايا.

يدرس الكينماتيك الحركة الخطية فيسمى (الكينماتيك الخطي)، او الحركة التي تحدث حول محور ثابت (داخل او خارج الجسم) فيسمى (الكينماتيك الدائري)

اقسام الحركات

- اولا- التقسيم الهندسي للحركة :
- 1- الحركة الانتقالية

تحدث الحركة الانتقالية للجسم او احد اجزاءه بشكل مستقيم او شبه مستقيم، كما هو الحال في حركة مركز ثقل الجسم اثناء السقوط بالمظلة او كحركة المشي او الركض او ركوب الدراجات.

2- الحركة الدائرية

ان اغلــب الحركــات الرياضية هي حركات دائرية ويقصد بها ان الجسـم او جـزء منـه يتحـرك حـول محـور ثابـت يسـمى بمحـور الـدوران (وقـد يكـون هذا المحـور داخـل او خـارج الجسـم)، كمـا هو الحال في الدوران حـول العقلـة او حركـة ذراع لاعــب التــنس اثنــاء تنفيــذ ضــربة الارسال .

3- الحركة المركبة

هي الحركة التي تكون مزيجا مابين الحركة الانتقالية والحركة الدائرية، مثال ذلك حركة مركز ثقل الجسم الانتقالية اثناء الركض او الغطس للماء والتي تكون نتيجة حركة الرجلين والذراعين الدائرية.

ثانيا- التقسيم الزمني للحركة

- 1- الحركة المنتظمة
- حركة الجسم الذي يقطع مسافات متساوية في ازمان متساوية

2- الحركة غير المنتظمة

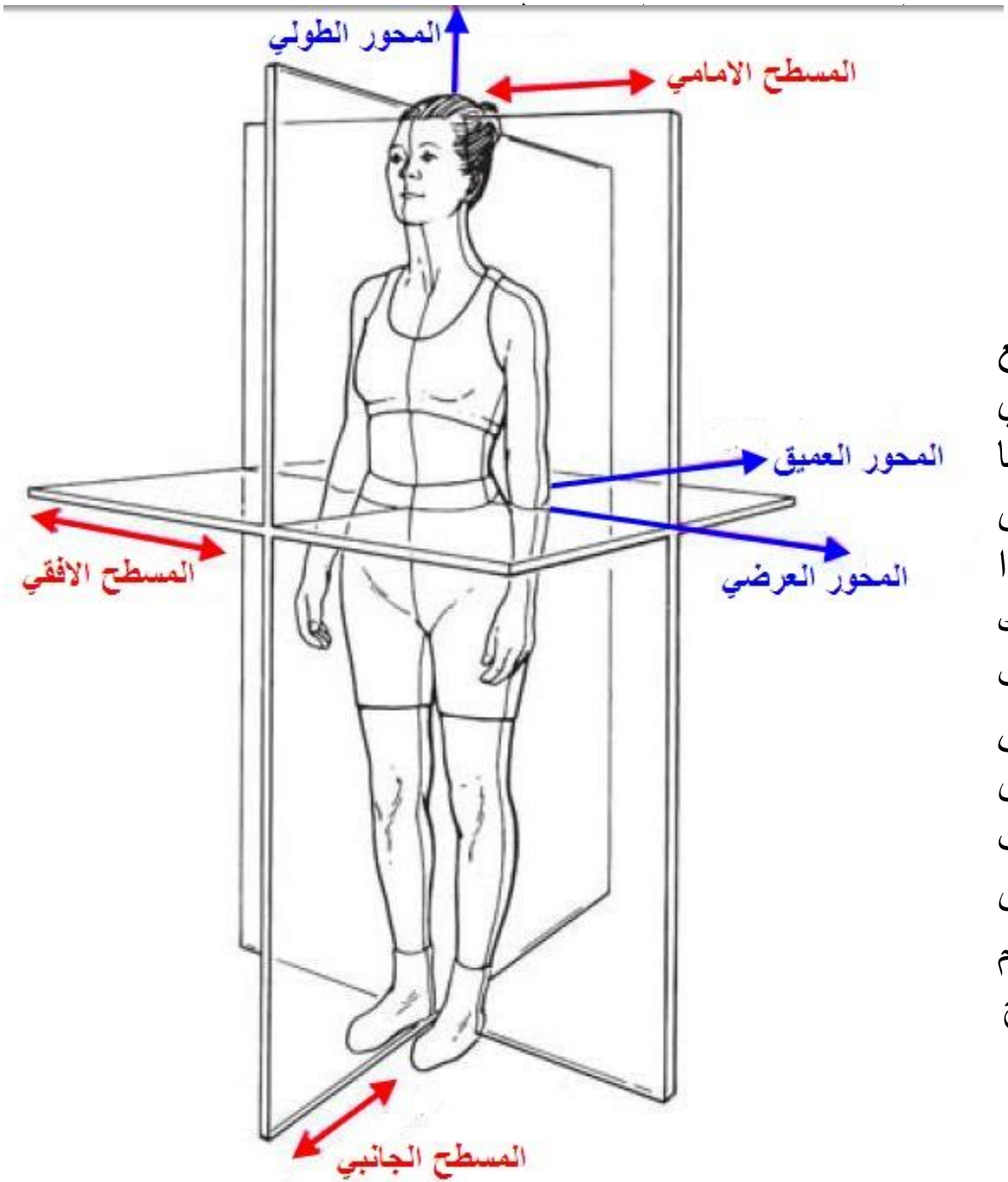
أ- الحركة بتعجيل موجب

ب-الحركة بتعجيل سالب

حركة الجسم الذي يقطع مسافات متساوية في ازمان غير متساوية، أي يحدث تغير في سرعة الجسم سواء بالزيادة او النقصان.

- جدول يبين التغير بالسرعة (ظهور انواع التعجيل) خلال مسافة السباق (100 متر)

Distance	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
Time	1.88	1.07	0.91	0.88	0.85	0.84	0.84	0.84	0.86	0.87
Velocity	5.31	9.34	10.98	11.36	11.76	11.90	11.90	11.90	11.63	11.49



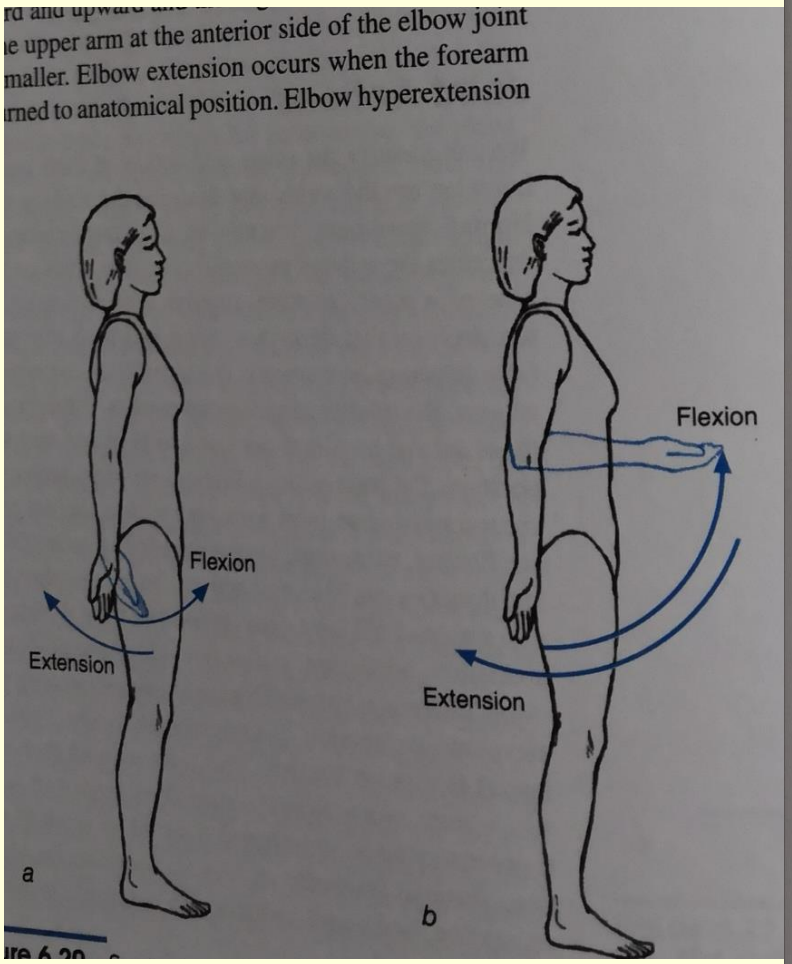
المحاور والمسطحات

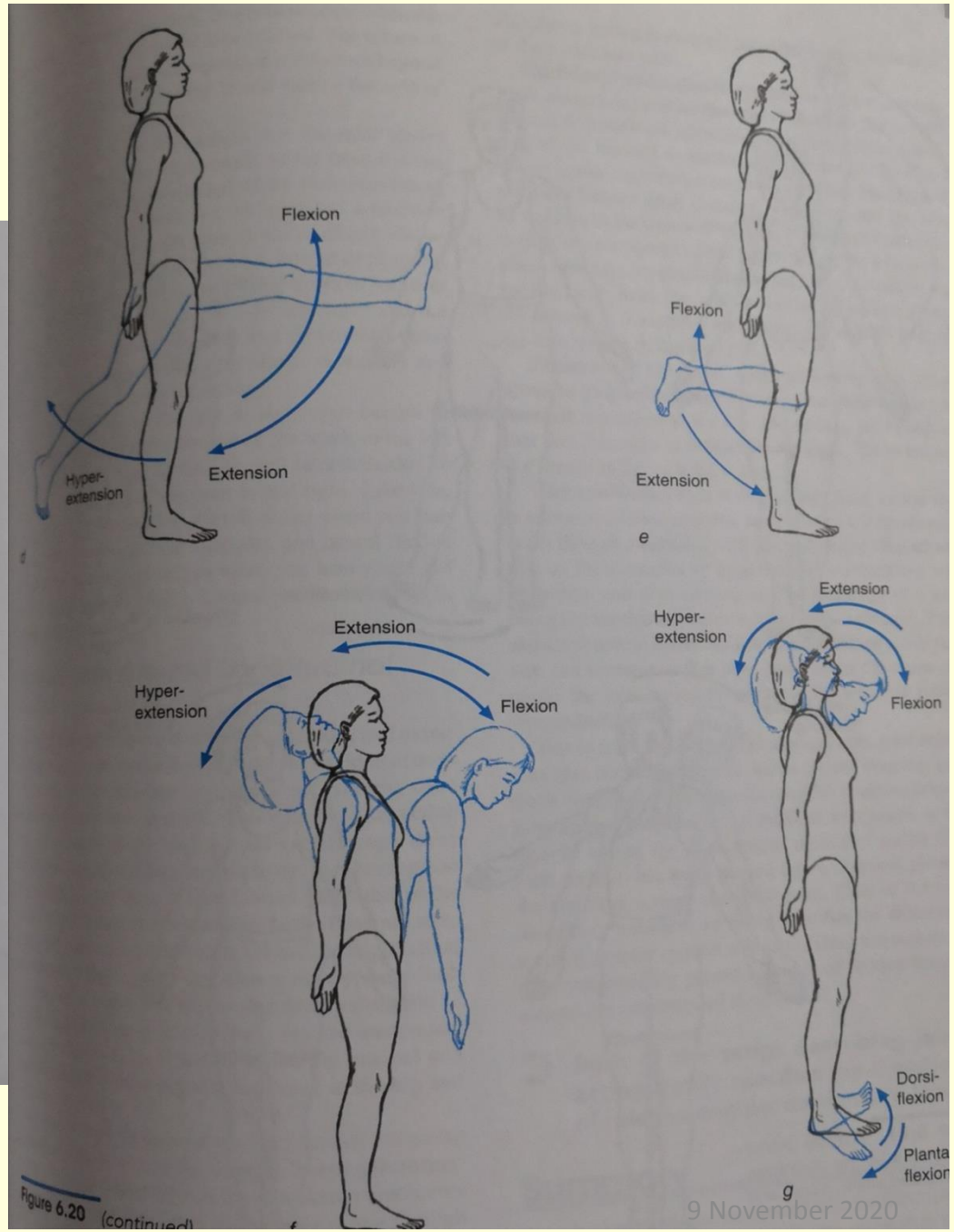
اختار علماء التشريح الوضع التشريحي لجسم الانسان والذي يكون في الجسم مستقيما والذراعان للجانب بحيث تكون اليدان مواجهتين للامام، وبناءا على هذا الوضع فان هناك ثلاثة انواع من المسطحات التشريحية الوهمية تعمل على ثلاث محاور وهمية وتمثل نقطة التقاء المسطحات والمحاور بنقطة مركز ثقل الجسم، حيث ان الحركة تتم حول المحور وتقع في المسطح

- **المسطح الامامي :** يمر هذا المسطح من الامام للخلف من الجسم بحيث يقسم الجسم الى قسمين امامي وخلفي، والحركات التي تحدث في هذا المسطح تدعى بالحركات الامامي ومن امثلتها حركة الذراع الرامية للرمح لحظة الرمي الفعلية.
- **المسطح الجانبي :** يمر هذا المسطح من جانب الى اخر ويقسم الجسم الى قسمين ايمن وايسر وتدعى الحركات التي تحصل في هذا المسطح بالحركات الجانبية ومن امثلتها حركة القفز العالي(فوسبري) من لحظة ترك الارض حتى عبور العارضة.
- **المسطح الافقي (المستعرض):** يمر هذا المسطح ليقسم الجسم الى قسمين علوي وسفلي والحركات التي تحدث في هذا المسطح بالحركات الدائرية مثل حركة الجسم في القسم التحضيري لفعالية رمي المطرقة.

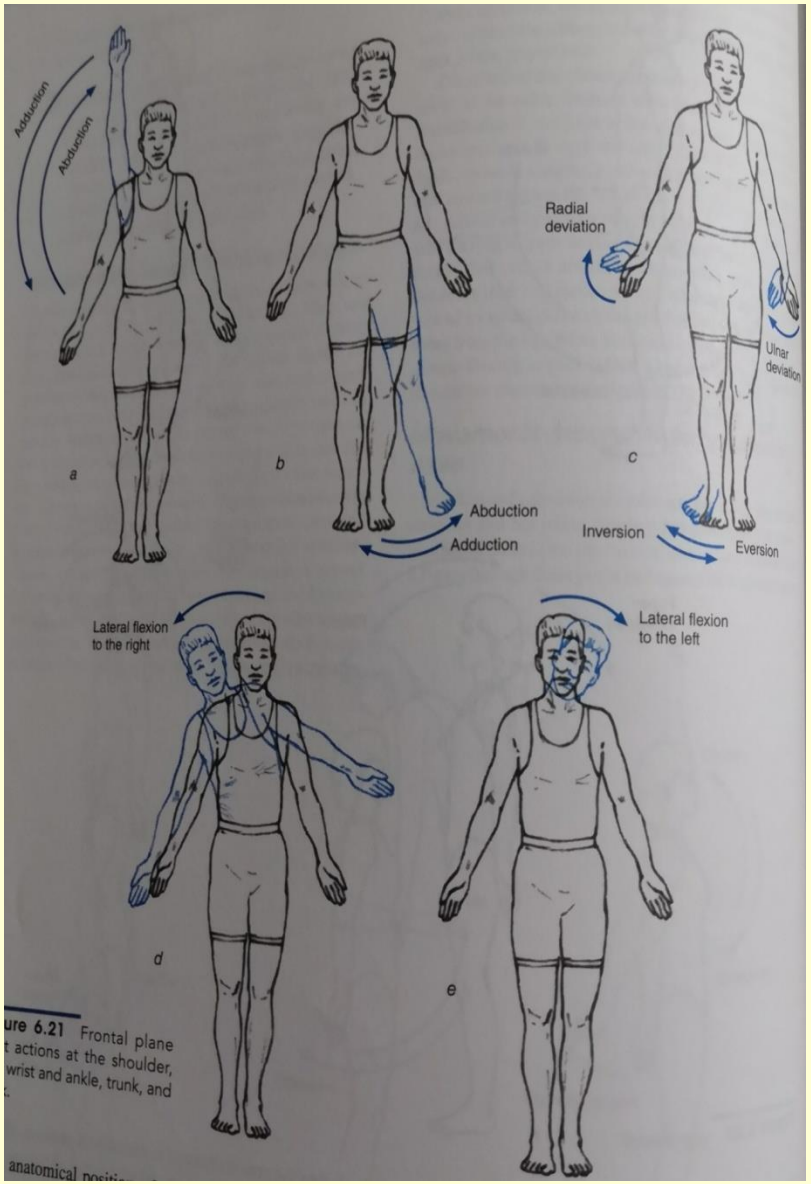
- **المحور الطولي :** يمر هذا المحور من الاعلى للاسفل ويكون عموديا على المسطح الافقي، مثل حركة لف الجذع في الجمناستيك او في رمي المطرقة.
- **المحور العميق :** يمر هذا المحور من الامام الى الخلف ويكون عموديا على المسطح الامامي، مثل حركة العجلة البشرية في الجمناستيك (cartwheel).
- **المحور العرضي :** يمر هذا المحور من الجانب الى الاخر ويكون عموديا على المسطح الجانبي، مثل حركة الدحرجة الامامية في الجمناستيك

حركات حول المحور العرضي وفي المسطح الجانبي

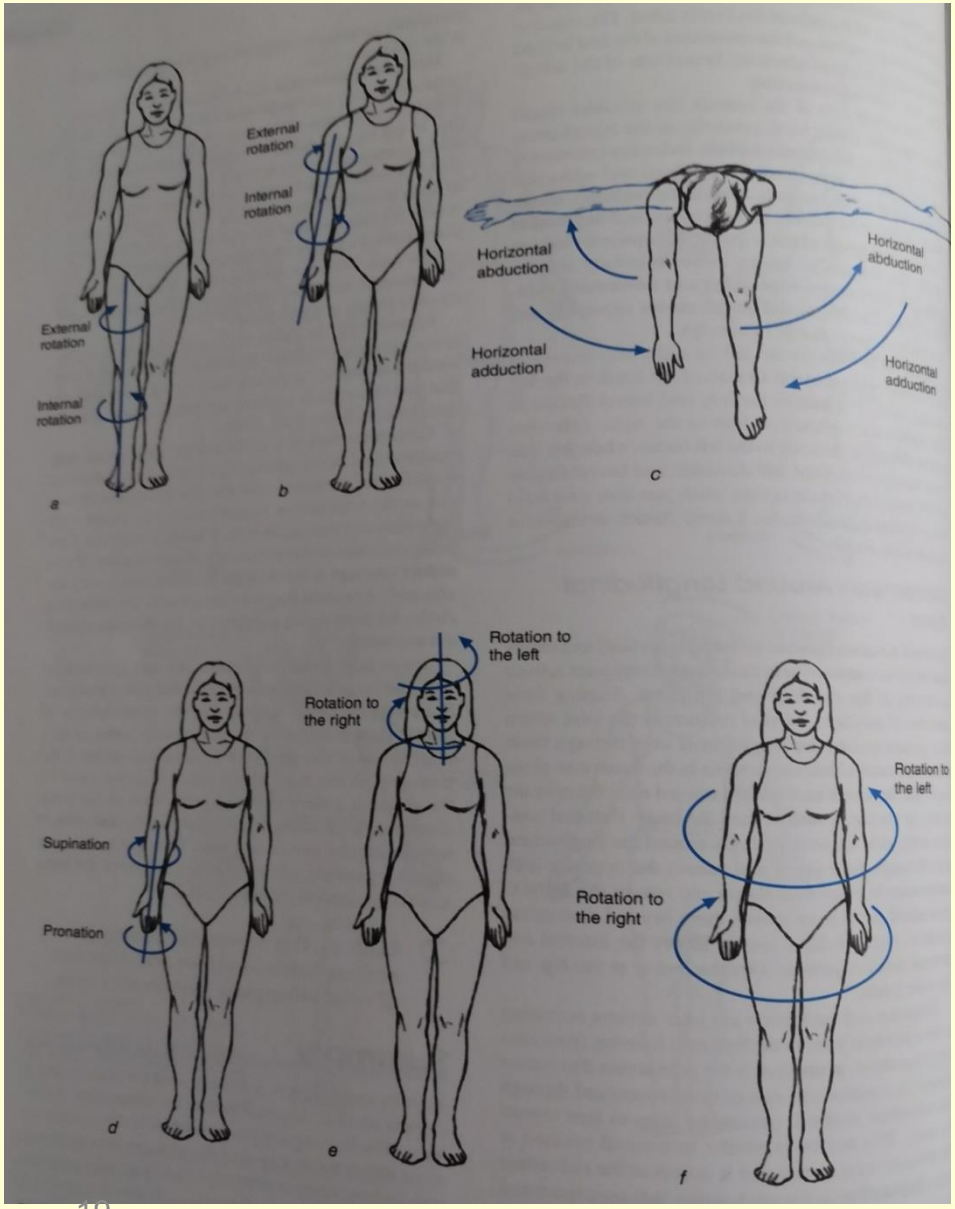




حركات حول المحور العميق وفي المسطح الامامي



حركات حول المحور الطولي وفي المسطح العرضي

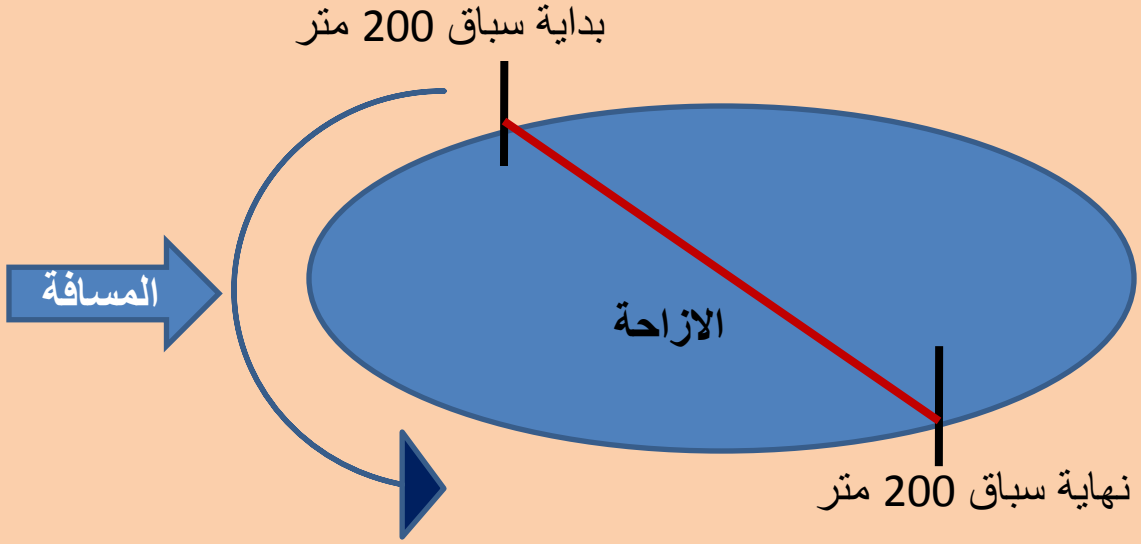


الكينماتيك الخطي :

- **المسافة والازاحة :**

عندما يتحرك جسم لقطع مسافة معينة في زمن محدد وبعد فترة يعود الجسم الى نفس النقطة التي انطلق منها، فيمكن القول ان الجسم قطع مسافة محددة ولكن ازاحته كانت صفرا ، مثال ذلك عداء مسافة الـ 400 متر فأنه يقطع دورة كامله وهذه هي المسافة التي قطعها اما ازاحته فأنها = صفر.

اما عداء مسافة الـ 200 متر فأن المسافة المقطوعة تكون 200 متر اما الازاحة فهي الخط المستقيم من بداية الانطلاق الى نقطة الانطلاق



المسافة كمية قياسية يكفي لتحديدها ذكر مقدارها فقط، اما الازاحة فهي كمية متجهة أي يلزم لتحديدها ذكر مقدارها واتجاهها .

المسافة والسرعة والتعجيل

- المسافة : المسار الذي يتحركه الجسم او احد اجزاءه

- السرعة : المسافة المقطوعة للجسم او احد اجزاءه خلال وحدة الزمن

$$v = \frac{d}{t}$$

التعجيل : التغيير في السرعة خلال وحدة الزمن

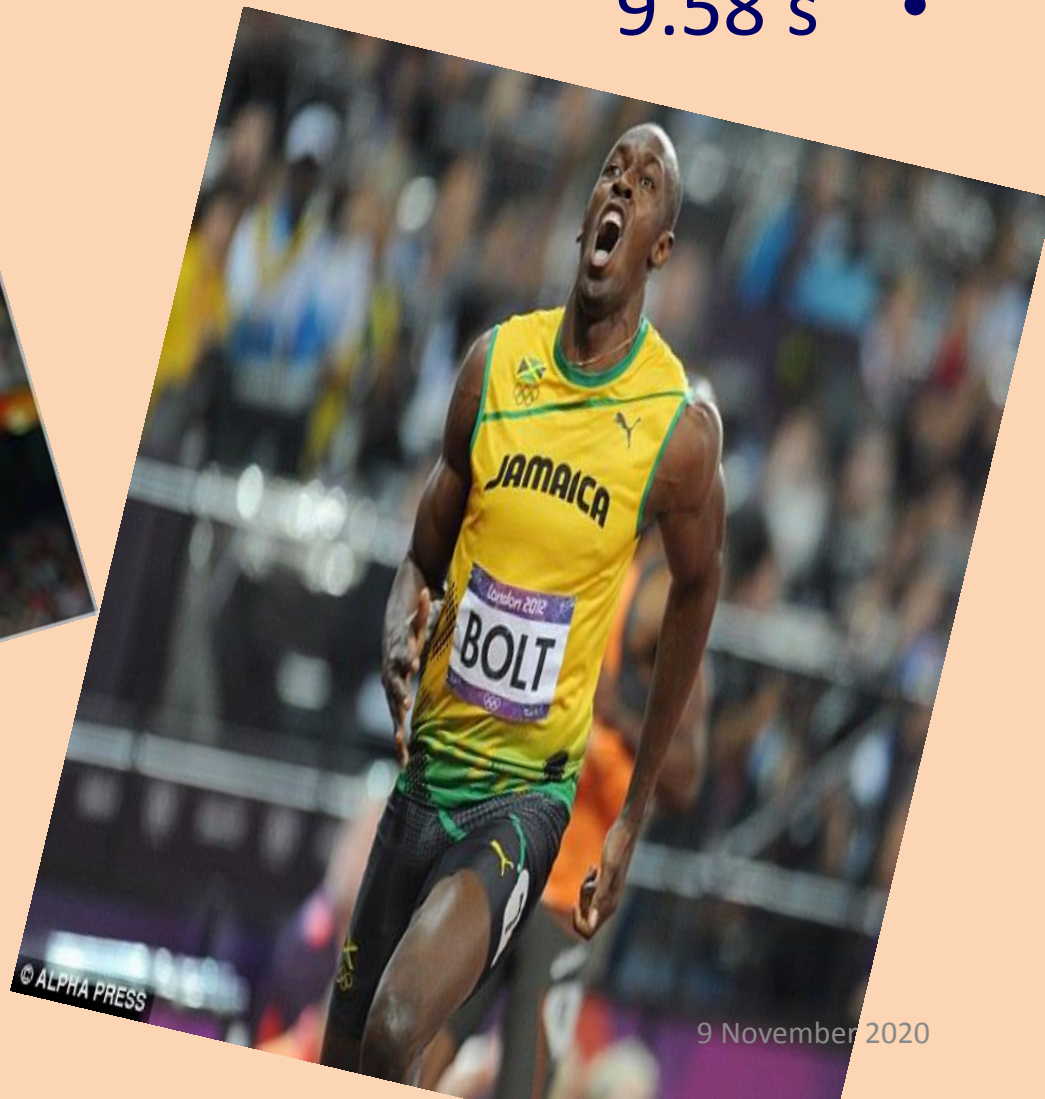
$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

- **سباق 100 متر ركض**

Tyson gay

9.71 s

- Usain Bolt
- 9.58 s

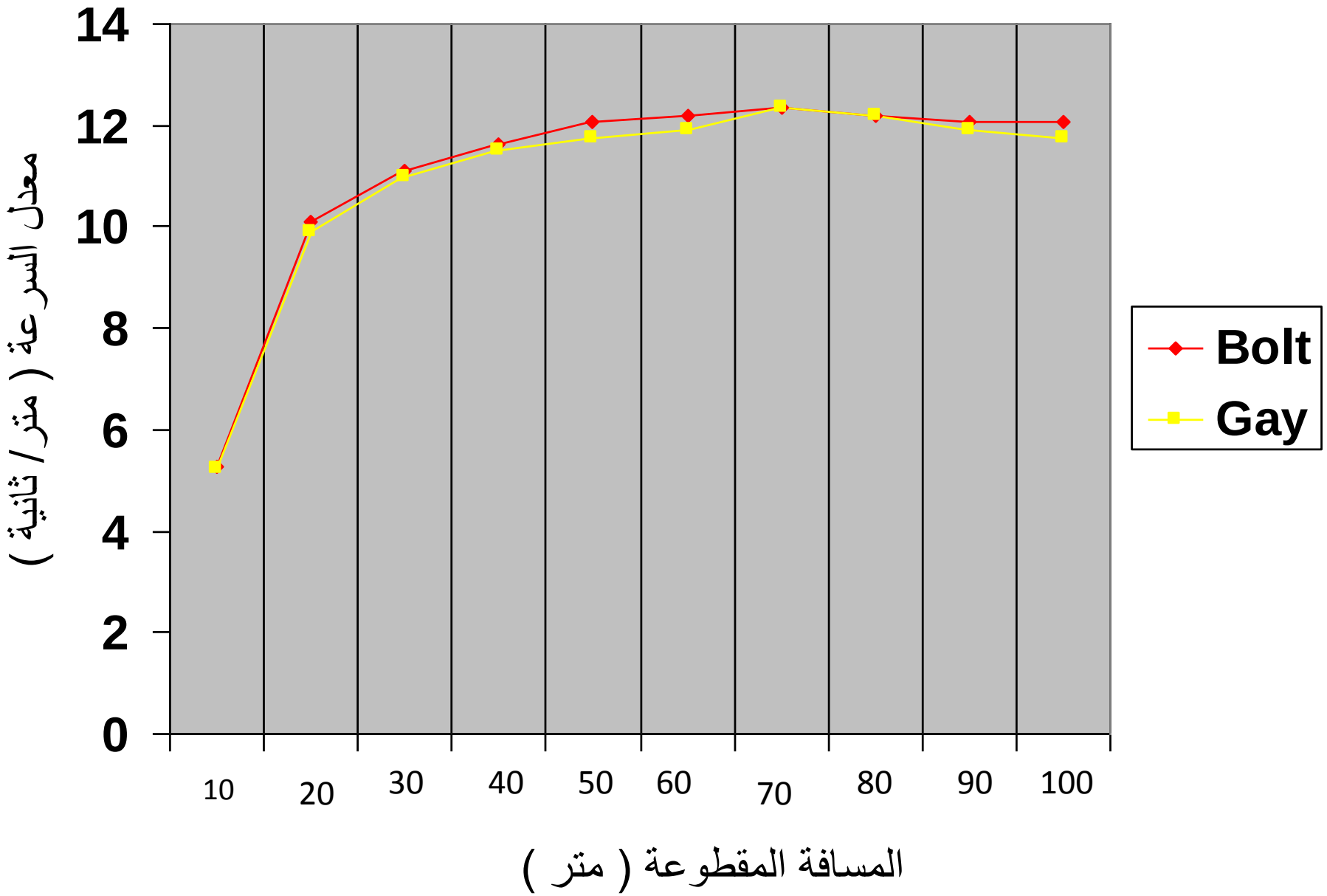


ZDF | WM09

- معدل سرعة Bolt $v = \frac{d}{t} = \frac{100}{9,58} = 10.44$ م/ ثا

معدل سرعة Gay $v = \frac{d}{t} = \frac{100}{9.71} = 10.30$ م/ ثا

Tyson Gay			Usain BOLT			المسافة (متر)
معدل السرعة كل 10متر (متر/ثانية)	زمن كل 10متر (ثانية)	الزمن المستغرق (ثانية)	معدل السرعة كل 10متر (متر/ثانية)	زمن كل 10متر (ثانية)	الزمن المستغرق (ثانية)	
5.24	1.91	1.91	5.29	1.89	1.89	**10 – 0**
9.90	1.01	2.92	10.10	0.99	2.88	**20-10**
10.99	0.91	3.83	11.11	0.90	3.78	**30-20**
11.49	0.87	4.70	11.63	0.86	4.64	**40-30**
11.76	0.85	5.55	12.05	0.83	5.47	**50-40**
11.90	0.84	6.39	12.20	0.82	6.29	**60-50**
12.35	0.81	7.20	12.35	0.81	7.10	**70-60**
12.20	0.82	8.02	12.20	0.82	7.92	**80-70**
11.90	0.84	8.86	12.05	0.83	8.75	**90-80**
11.76	0.85	**9.71**	12.05	0.83	**9.58**	**100-90**


14
12
10
8
6
4
2
0
معدل السرعة (متر / ثانية)
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
المسافة المقطوعة (متر)
Bolt
Gay

واذا ماعلمنا ان التعجيل هو التغير بالسرعة خلال وحدة الزمن

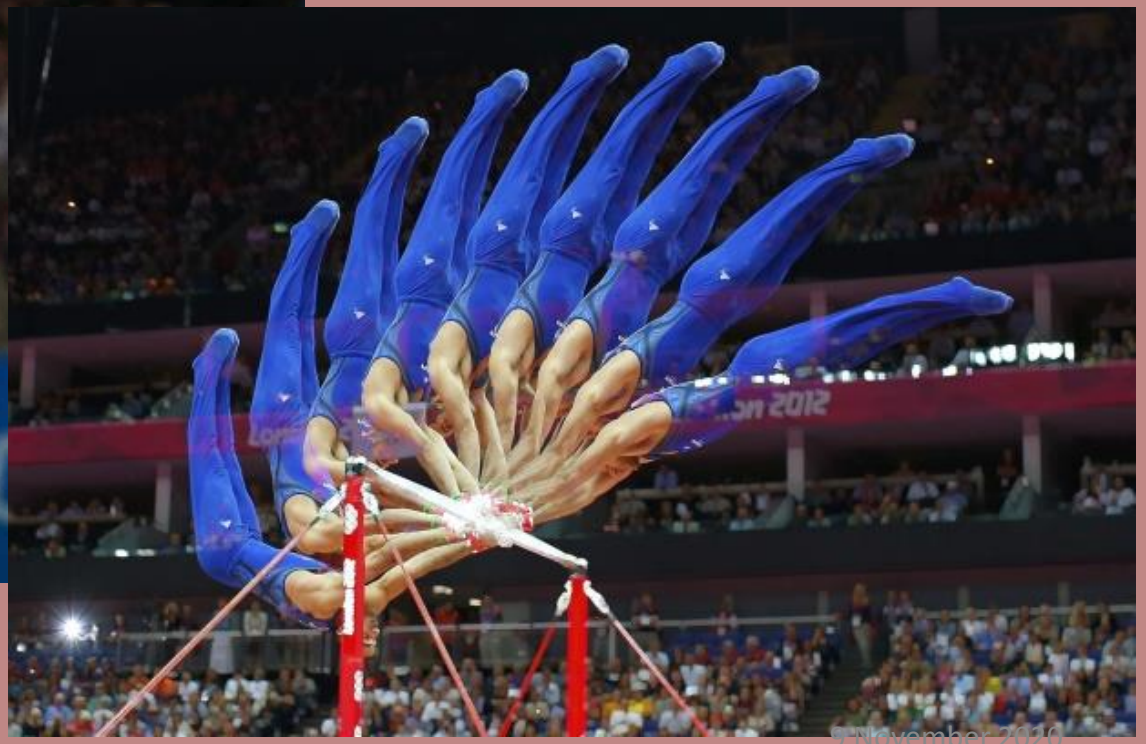
$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

فمن خلال الشكل السابق يتضح وجود ثلاث مناطق للتعجيل

1- التعجيل الموجب (+) : مرحلة تزايد السرعة
2- التعجيل الثابت (صفر) : مرحلة ثبوت السرعة وعدم تغيرها
3- التعجيل السالب (-) : مرحلة تناقص السرعة

الكينماتيك الزاوي :

- ان الفرق مابين الحركة الانتقالية والحركة الدائرية او الزاوية يكمن في وجود محور للدوران يتحرك عليه الجسم اثناء حركته الدائرية، وقد يكون هذا المحور داخل الجسم كما في حركة الدحرجة الامامية اوحركة الغطس للماء، وقد يكون هذا المحور خارج الجسم كما في حركة الدوران حول العقلة .



السرعة الزاوية والسرعة المحيطية :

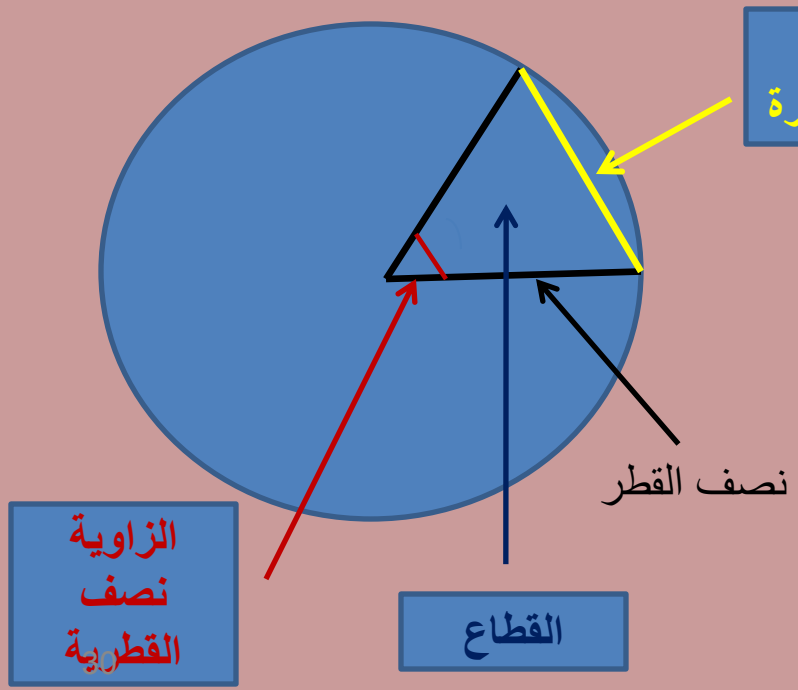
ان السرعة في الحركات الانتقالية هو المسافة المقطوعة على وحدة الزمن، اما في الحركات الدائرية فالسرعة الزاوية هي المسافة الزاوية المقطوعة حول محور الدوران خلال وحدة الزمن. واذا كانت وحدة قياس السرعة في الحركات الانتقالية هي: **متر/ ثانية** فان وحدة قياس السرعة الزاوية هي **درجة/ ثانية** .

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{معدل الانتقال الزاوي}}{\text{الزمن}}$$

اما السرعة المحيطية فهي سرعة الجسم الخطية على محيط دائرة، او هي المسافة التي يقطعها الجسم على محيط دائرة نسبة الى الزمن المستغرق لقطع هذا المسافة.

$$\text{السرعة المحيطية} = \text{السرعة الزاوية} \times \text{نصف القطر}$$

- عند احتساب السرعة الزاوية لغرض استخراج السرعة المحيطية يجب تحويل وحدات القياس .
- فعند دوران الجسم حول العقلة دورة كاملة فأنه بذلك يقطع مسافة زاوية مقدارها 360 درجة
- فلو قطع الجسم جزءا على محيط دائرة بحيث يكون طول هذا الجزء مساوي لطول نصف قطر الدائرة، فأن الزاوية المقابلة لذلك الجزء تسمى بالزاوية نصف القطرية ، وان المثلث المتكون يسمى بالقطاع



الدائرة الكاملة = 360 درجة
الدائرة الكاملة = 6.28 قطاع
الزاوية نصف قطرية = 57.3 درجة

سؤال :

من خلال نتائج التحليل الحركي

للاعب تنس يقوم بأداء ضربة الارسال وجد

الانتقال الزاوي = 150 درجة

زمن الانتقال الزاوي = 0.5 ثانية

نصف القطر = 135 سم

المطلوب : السرعة المحيطية لحظة ضرب الكرة ؟

السرعة الزاوية = معدل الانتقال الزاوي / الزمن

= 150 /0.5 = 300 درجة/ ثا

300 / 57.3 = 5.23 قطاع/ ثا

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية x نصف القطر

= 5.23 x 1.35

= 7.06 متر/ ثا

مثال / اثناء فعالية رمي المطرقة تدور المطرقة ثلاث دورات افقية حول المحور الطولي بزمن قدره (2.5 ثانية). احسب السرعة الزاوية للمطرقة؟ وكم قطاعا تقطع المطرقة؟

بما ان المطرقة تدور ثلاث دورات

$3 \times 360 = 1080$ درجة

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{معدل الانتقال}}{\text{الزمن}}$$

$$= \frac{1080}{2.5}$$

$= 432$ درجة/ثا

تقطع المطرقة بالقطاع

$$\frac{432}{57.3} = 7.54$$