جامـــــعــــــــــــــة جيــــــــــــــــلالـــــي بونــــــــــــــعامـــــــــــــــة

خميس مليانة

معهد علوم و تقنيات الأنشطة البدنية والرياضية

**دروس فـــي وحـــــــــــدة:**

**بيوميكـــــــــــــــــانيكا الريـــــــــــاضــــــة "**محاضرة**"**

لطلبة السنة الثانية ماستر(تدريب) "السداسي الثالث"

إعداد أ.د: سماعيل صادق

**السنة الجامعية:2021-2022**

**الفهرس**

**أولا:مدخل للميكانيكا الحيوية**

1. محطات تاريخية...............................................................3
	1. قبل التاريخ
	2. عصر النهضة
	3. العصر الحديث
2. مفاهيم عامة...................................................................5
3. أقسام الميكانيكا الحيوية........................................................5
	1. السكون
	2. الديناميكا
		* الكنيماتيكا
		* الكينيتيكا

**ثانيا:المستويات و المحاور**

1. المستويات الحركية...........................................................7
2. أنواعها......................................................................7
3. المستوى الجانبي
4. المستوى الأمامي(الطولي)
5. المستوى الأفقي(العرضي)
6. المحاور الحركية.............................................................7
7. الجسم الصلب...............................................................8

**ثالثا:الكيـــنيــتيـــكا**

1. **الروافع......................................................................9**
2. **خصائصها...................................................................9**
3. القوى المحركة
4. القوى المقاومة
5. محور الدوران
6. ذراع الرافعة
7. عزم الرافعة

3.أنـــــــــــواعهــا.......................................................................11

1. النوع الأول (Inter appuis)
2. النوع الثاني (inter résistant)
3. النوع الثالث (inter puissant)

4. تطبيقات..........................................................................11

**رابعا:الكــينيمــــايتــــــكـــــــا**

1. تعريف........................................................................15
2. الحركة المستقيمة المنتظمة....................................................15
3. الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام..............................................15

المراجع .............................................................................16

**أولا:مدخل للميكانيكا الحيوية**

# محطات تاريخية:

* 1. **قبل التاريخ:**
		+ **مرحلة الحضارة اليونانية (322-384 ق.م):**

 يعتبر الفيلسوف أرسطو، القرن الخامس قبل الميلاد، أول من أرسى المبادئ الأساسية لهذا العلم وتطرق لزمن ووقت الحركة كما اهتم بمسبباتها حيث اعتبر أب علم تحليل الحركة، في محاولة منه لدراسة العلاقة بين تأمل أو ملاحظة الكون و عالم الأحياء في كتابه (motu animlium ( .

* + - **بين (212-287 ق.م):**

 أهم ما ميز هذه المرحلة هو إرساء مبادئ الحركة في المستويات المائية و كذلك دراسة حركة الروافع، مركز الثقل، وأرسى قانون طفو الأجسام.من أهم روادها العالم "أرخميدس".

* 1. **عصر النهضة:**
		+ **القرن الخامس عشر:**

بدأ فيها الاهتمام بحركة الأجسام بطرق ميكانيكية و يعتبر العالم "ليوناردو دافينشي" أول من أرسى قوانينها .

* + - **القرن السابع عشر:**

بدأ الاهتمام بالدراسات التجريبية لتحديد مراكز ثقل الأجسام ويعتبر العالم "ألفونسو بوريلتي" من بين العلماء الذين اهتموا بدراسة حركة الأجسام، حيث اعتبر أن العضلات تشكل روافع، تخضع في حركتها إلى قوانين الرياضيات و الفيزياء. في هذه المرحلة كذلك بدأ الاهتمام بالقوانين الفيزيائية لحركة الجسم الحي، ويعتبر العالم "إسحاق نيوتن" من رواد هذه المرحلة إذ يرجع له الفضل في إرساء القوانين الفيزيائية للحركة( القوانين الثلاثة للحركة) مبدأ العطالة، مبادئ الأساسية للحركة، مبدأ الفعل ورد الفعل، وعرف كذاك بمبدأ الجاذبية.

* 1. **العصر الحديث:**
		+ **القرن التاسع عشر:**

 في هذه المرحلة تطرق العالم "فريديرك فيبر" إلى دراسة حركة السير والمشي وقام بعدة تجارب في هذا المجال.

 ومن سنة 1880 أدخل العالم "جول إتيان ماري" دراسة الحركة من وجهة نظر كينيماتيكية عند الكائن الحي خاصة الإنسان.

 تم في هذه المرحلة اختراع جهاز "الفونوسكوب" (جهاز يصور مختلف مراحل الحركة) والجهاز "الكرونوفوتوغرافي" (التصوير الحركي في أوقات زمنية قصيرة) من قبل "جورج ديميني" .

* + - **القرن العشرون:**

بعد تحديث الألعاب الاولمبية بدأ الاهتمام بتحسين الأداء الرياضي بالاعتماد على قوانين الميكانيكا، في تحديد أو دراسة الأداء الحركي للرياضيين حيث اقترح العالم "بروني" والعالم "فيشير" طرق جديدة لتعيين مراكز الثقل من خلال دراستهما لرياضة المشي.

في هذا القرن كذلك تم اختراع أنواع متعددة من أجهزة "الديناموغراف" والموجهة أساسا للقياس قوة الشد للأطراف.

 سنة 1931 أقيمت أول محاضرة بعنوان "الميكانيكا الحيوية للأنشطة والتمارين البدنية" في معهد الثقافة البدنية بـ "الإتحادالسوفياتي" سابقا، أين تم إدخال مفهوم التحليل الحركي.

 بعد الحرب العالمية 2 اعتبر علم الميكانيكا الحيوية كعلم قائم بذاته .

 في 1960 أقيمت أول محاضرة دولية حول النقاط الأساسية للميكانيكا الحيوية عند الأداء الرياضي بألمانيا.

1. **مفاهيم عامة:**

هو فرع من فروع علم الفيزياء يهتم بدارسة حركة الكائنات الحية ،المراحل الأساسية لعملية التعلم الحركي وكذلك النواحي الشكلية والوصفية للظواهر الحركة المتنوعة والمتعددة (الإيقاع الحركي، التوقع الحركي، الانسانية....)

 فهي إذا ترتكز على مفهوم وقوانين الميكانيك وتعتبر الميكانيكا الحيوية من العلوم الحديثة التي تطورت متأثرة بالعلوم الأخرى (علم التشريح، الفيزيولوجيا، المناهج التدريبية الرياضية....) فهي تخضع لأساسيات مرحلة التحليل الحركي من جهة نظر ميكانيكية.

 بعد أن تطورت المحاكة العلمية للتحليل الحركي لحركة الكائنات الحية ظهر مفهوم الحركة والذي يشمل وصف المحتوى العلمي الخاص أو المتعلق بتكوين و وظيفة الجهاز العضلي و العظمي للإنسان.

1. **أقسام الميكانيكا الحيوية**

 يتحدد مفهوم الميكانيكا الحيوية بدراسة حركة الجسم الحي من خلال دراسة الحركة والسكون، ومن هنا ينقسم علم الميكانيك الحيوية إلى قسمين:

* 1. **السكون:**

 هو العلم الذي يتناول الحالات التي تكون فيها جميع القوى المؤثرة في الجسم متوازنة وفي حالة سكون أو ثبات، حيث يكون مركز ثقل الجسم ثابت. ويعتبر هذا القسم من أقدم فروع البيوميكانيك حيث تعود مبادئه الأساسية إلى مرحلة بناء الألعاب القديمة. كما تعود الكتابات الاولى لهذا العلم إلى أرخميدس الذي وضع قوانين توازن الأجسام والقوى الفعالة في الروافع، وكذلك مبادئ سكون الاجسام في المستويات المائية أو السوائل.

* 1. **الديناميكا (ميكانيكية الأجسام المتحركة):**

 ذلك العلم الذي يدرس حركة الكائنات الحية و ذلك بدراسة القوى المسّببة لهذه الحركة والمغيرة في سرعتها واتجاهها، إضافة إلى قوانين العمل، قوانين الطاقة والتسارع الحركي. و ينقسم هذا الفرع بدوره إلى قسميين:

* + - **الكنيماتيكا:**

 العلم الذي يدرس هندسة الحركة ويصفها وصفا مجردا دون البحث في مسبباتها ويصف كذلك الحركة من حيث: زمن الأداء، نوع الحركة، تسارع الحركة...إلخ.

* + - **الكينيتيكا.:**

 يهتم بدراسة مسببات الحركة أو القوى التي تؤثر في الكائن الحي والتي تتسبب في حركته ويصف كذلك حركة الأجسام من وجهة نظر: الوزن، الكتلة، القوة....

وقد يكون الكينتيك خطيا ويدعى**:**الكينتيك الخطي، او يكون متذبذب أو زاوي ويدعى الكينتيك الزاوي.

**ثانيا:المستويات و المحاور الحركية**

**1.المستويات الحركية**:

تعتبر من بين الاساسات المفيدة والهامة عند وصف حركة الكائن الحي والمستوي عبارة عن السطح الذي تتم عليه الحركة.

**2.أنواعها:**

 وينقسم إلى:

* 1. **المستوى الجانبي:** وهو مستوى وهمي يقسم الجسم إلى نصفيين متساويين أحدهما من الجهة اليمنى والاخر الجهة اليسر
	2. **المستوى الأمامي(الطولي):** يخترق الجسم من جانب إلى آخر فيقسمه إلى نصفين أحدهما أمامي والآخر الخلفي ويكون هذا المستوى عمودي على الارض وموازي للجسم.
	3. **المستوى الأفقي(العرضي):** يقسم الجسم إلى نصفيين مستويين نصف علوي ونصف سفلي ويكون موازيا للأرض.

 تكون هذه المستويات متعامدة مع بعضها البعض وتتقاطع عند نقطة واحدة هي مركز ثقل الجسم. تستخدم هذه المستويات لوصف حركات مثل حركات الأطراف.

# 3. المحاور الحركية:

 تكون كذلك متعامدة مع بعضها البعض وهي:

1. **المحور السهمي:** يخترق الجسم من الأمام إلى الخلف، يكون عمودي على المستوى الامامي وموازي للأرض ويقطع المستوى الافقي والجانبي كذاك.
2. **المحور العرضي:** خط وهمي يمر من جانب إلى آخر ويكون موازيا لسطح الأرض وعموديا على المستوى الجانبي ويتقاطع مع المستوى الأفقي والأمامي.
3. **المحور الرأسي:** يمر من الرأس إلى القدمين يكون عمودي على المستوى الأفقي وسطح الأرض يتقاطع مع المستوى الأمامي والجانبي.

تكون هذه المحاور متعامدة فيما بينها تتقاطع عند مركز الثقل.

1. **الجسم الصلب:**

هو كل جسم تبقى فيه الأبعاد (المسافات) ثابتة بين مختلف أجزاءه مهما كانت طبيعة حركته، وضعيته أو الشروط المحيطة به.

**ثالثا:الكيـــنيــتيـــكا**

1. **الروافع:**

 كل عارضة صلبة متحركة تدور حول نقطة ثابتة تسمى نقطة الارتكاز أو محور الدوران تحت تأثير قوتين ذات شدة مختلفة واتجاهين متعاكسين.

1. **خصائصها:**

ولدراسة حركة الرافعة يمكن اختيار اتجاه الدوران بصفة عشوائية بحيث تكون احدى القوتين في الاتجاه الموجب والثانية في الاتجاه السالب أين يمكن تحديد:

* + **القوى المحركة:**

هي كل القوى المطبقة على الجسم أو على طرف منه. تحاول التغيير في شكله. تكون في اتجاه واحد تسّرع من حركة الجسم، توقفه، تغير إتجاهه أو شكله. تتميز بالشدة و الإتجاه. وحدتها الأساسية هي "النيوتن". يمكن أن تكون قوة الشد العضلي عند الإنسان.

* + **القوى المقاومة:**

كل القوى المعاكسة لإتجاه القوى المتحركة، تختلف عنها أو تساويها في الشدة، وحدتها كذلك "النيوتن". هي القوى التي تمنع حركة الجسم أو المقاومة لها، وهي غالبا تلك القوى التي تؤثر على حركة الإنسان مثل (الجاذبية ، قوة الخارجية........)

* + **محور الدوران:**

 يعبر عن الاتجاه الموجب للحركة.

* + **ذراع الرافعة:**

 هو المسافة التي تفصل بين نقطة الإرتكاز أو محور الدوران وبين مركز القوة المحركة.في حالة مرور شعاع القوة على ذراع الرافعة أو على محور الدوران تكون الرافعة في حالة سكون باعتبار أن ذراعها يكون منعدما.

* + **عزم الرافعة:**

يمثل إمكانية القوى المحركة على تدوير الرافعة حول نقطة معينة. ويعبر عنه بحاصل جداء شدة القوة و ذراعها.

**عزم القوة= شدة القوة × الذراع**

 **عز= ق × ذ × جب α**

وتتوقف فاعلية قوى الدوران على طول الذراع، وهي تتناسب معه عكسيا فكلما نقص طول الذراع كلما زادت القوة المحركة اللازمة، و العكس صحيح كلما زاد الذراع نقصت الشدة اللازمة.

* + - **حالات خاصة:**

**الحالة01:**

لما يكون شعاع القوة عمودي على محور الدوران فيصنع معه رية 90°

عزق= ق . ذ

عزق= ق . ذ . جب α α=90°

=ق . ذ.1

= ق .ذ

**الحالة02:**

لما ينطبق شعاع القوة على محور الدوران α=° 00

عز= ق. ذ. جب 0 \ عز= ق. ذ . 0 \ عز= 0

1. **أنواعها:**

توجد ثلاثة أنواع من الروافع هي:

1. **النوع الأول (Inter appuis) :**

يكون فيها محور الدوران أو نقطة الارتكاز بين القوى المطبقة على الرافعة (المحركة / المقاومة) مثل الحركة في مفصل الرقبة يمكن رفع او خفض الرأس.

 من أجل الحصول على حالة توازن تكون القوى المطبقة متساوية (المحركة/ المقاومة).

1. **النوع الثاني (inter résistant**):

تكون فيها القوى المقاومة بين مركز الدوران و القوى المحركة.

1. **النوع الثالث (inter puissant):**

تقع فيها القوى المحركة بين القوى المقاومة ومركز الدوران وهي الروافع المتعددة الاكثر وجودا في جسم الانسان.

1. **تطبيقات:**

- يحمل رياضي بيده جلة وزنها 05 كلغ بشكل عظمي ليس زاوية قائمة معا علما بأن طول الساعد 30سم

1- ما هو نوع هذه الرافعة؟

2- ما شدة القوة التي يطبقها الرياضي على مستوى عضلا العضد من أجل الحفاظ على توازن او سكون الجلة علما بأن بين شعاع القوة والمرفق هو 02 سم 2 (تهمل كتلة الساعد الجاذبية =10/كلغ)؟

الحل:

عزق= عزث

ق . ذ1 جيب α = ث . ذ2 جيبα

ق . ذ1α = ث . ذ2 جيبα

ق=$\frac{2ذ xث}{1ذ}$

= $\frac{2ذ.\left(ج.ك\right)}{ذ}$

= $\frac{0,2.(10x5)}{0,02}\frac{0,3 x 50}{0,02}=$

=$\frac{15}{0,02}$=$\frac{15}{2x10^{2}}$

=$\frac{10^{2}x15}{2}$

 ق=750ن7,5 x 100=

**تطبيق2:**

جمبازي يحاول ان يحافظ على توازنه على اصابع رجليه .

- ما هو نوع الرافعة في هذه الحالة؟

- ما شدة القوة المطبقة من طرف عضلات الساقين من أجل الحفاظ على توازن هذا الرياضي؟ علما أن البعد بين أصابع الرجلين وشعاع القوة هو 20سم وبين القوة ومركز ثقل الجسم هو 05 سم.

الجاذبية =10د /كلغ

الحل:

* الرافعة: بين القوى المحركة

ك= 80kg

ذ ق = 20cm

ذ2= ذ1 +00,5

05+0,2=0,25

عزق= عزث

عزق=عزذ = ثذ2

ق= $\frac{ذ2xث}{1ذ}$

ق=$\frac{200}{0,2}=\frac{0,25x(10x80)}{0,2}$

ق= 1000 ن

**تطبيق03:**

جمبازي مختص في البساط والحركات الأرضية يحاول على توازنه فوق أصابع رجليه

- ما نوع الرافعة؟

- ما هو وزن هذا الرياضي إن علمت ان قوى الشد العضلة المطبقة من طرف عضلات الساقين 500ن والبعد بين محور هذه القوة ونقطة الارتكاز هو 20سم والبعد بينهما وبين شعاع الثقل هو 05سم؟

الحل:

1. بين القوى المحركة
2. ق= 500 ن

ذ1= 0,2m = 20cm

ذ2= ذ1+ ل

ذ2=0,25m = 0,05+0,2

ك=؟

عزق= عزث

ق xذ1= كx ج xذ2

$$ك=\frac{ذ1×ق}{ج×ذ2}$$

ك=$\frac{0,2 x 500}{10 x 0,25}$ = 40

ك= 40kg

**رابعا:الكــينيمــــايتــــــكـــــــا**

1. **تعريف:**

الكينيمايتكا هي دراسة خصائص الحركة بالنسبة للزمان والمكان

حركة الدائرية حركة الخطية

 الحركة المستقيمة الحركة المنحنية

 الحركة المستقيمة الحركة المستقيمة

 المنتظمة المتغيرة بانتظام

 سرعة ثابتة سرعة متغيرة

1. **الحركة المستقيمة المنتظمة:**

السرعة تكون ثابتة

1. **الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام:**

تتميز بتغير في سرعتها (سرعة متزايدة أو متناقصة)

تغير السرعة/ تغير الزمن

فتكون متسارعة إذا كان التغير إيجابي أو تكون متباطئة إذا كان التغير سيلبي(بالنقصان).

**المــــــــــــــــــــراجـــــــــــــع:**

1. Allard. P., Blanchi. J.P, (1999), *La biomécanique*, Presses universitaires de France, Paris.
2. Durey. A. (1997), *Physique pour les sciences du sport STAPS*, Masson, Paris.