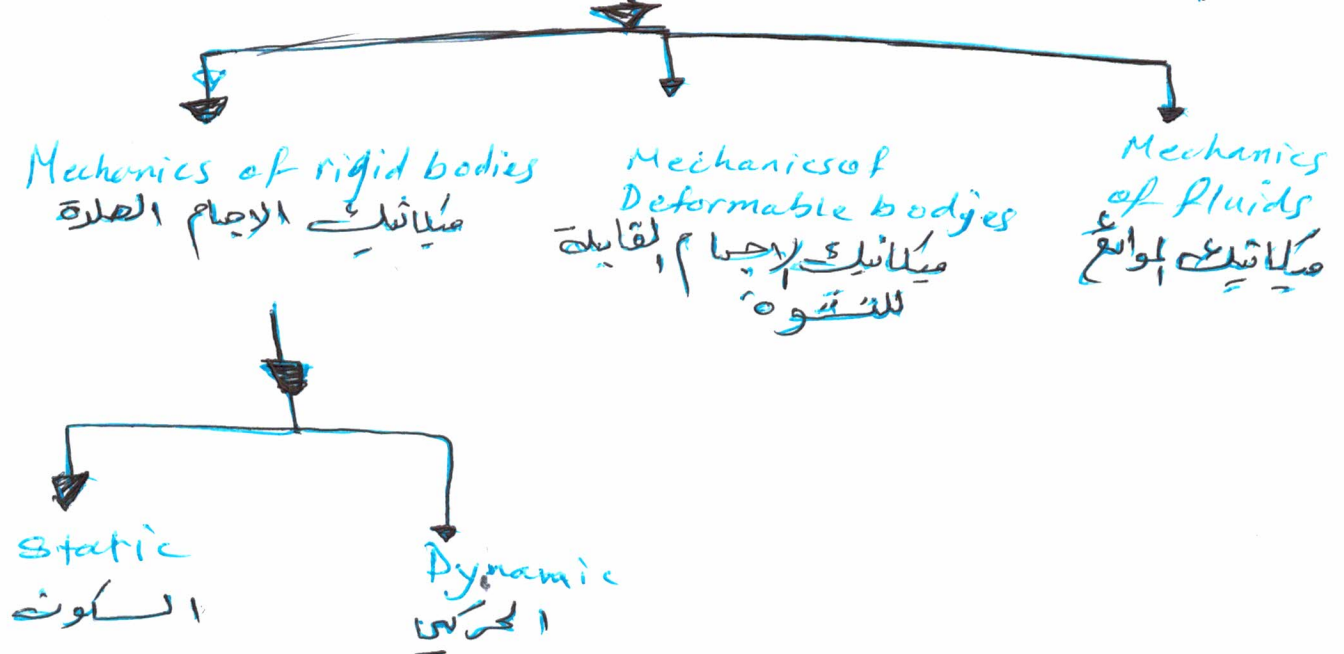


ميكانيك الكوت

تدعى الدرسون في موضوع Static لا يتغير
تعريف علم الميكانيك بشكل عام Mechanics ما هو علم
الميكانيك : هو العلم الذي يوصف او يثبت في ظروف الاجسام
السكون Rest او الحركة Motion تحت تأثير القوى

يقسم علم الميكانيك الى ثلاثة اقسام



Fundamental Concepts and Principles

مفاهيم اساسية

قوانين نيوتن الثلاثة Newton's Three Fundamental Laws

سيت استحقاق ثبوت في قوانينه الثلاثة : فاول

(1) First Law القانون الاول
يسكن الجسم في حاله تكون اذا كان ساكن بالاصل
او متحرك بسرعة ثابتة اذا كان متحرك في حاله كونه
عند القوى المؤثرة عليه سارية الى حركه

(2)

Second Law

القانون الثاني

في حال كون فعل القوة المؤثرة على جسم
لا يتساوى الصفر فإنه الجسم سوف يمتلك تسارعاً يتناسب
مع مقدار فعل القوة ويكون اتجاهاً في اتجاه القوة.

$$F = ma$$

a : acceleration of particle

تسارع الجسم أو الجسم

Third Law

القانون الثالث: لكل قوة فعل قوة رد فعل تساويها
في المقدار وتعاكسها في الاتجاه. ويقع على نفس
خط التماس.

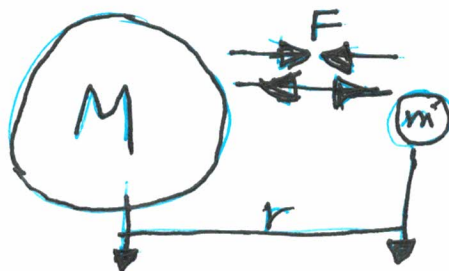
Newton's Law of
Gravitation

قانون نيوتن للجاذبية

إذا كان هناك جسمين أحدهما يمتلك كتلة M والآخر
يملك كتلة m فإن قانون الجاذبية والتنافر بينهما
يتحدد على ما يلي:

إن القوة الناتجة من تجاذب أو تنافر الجسمين تتناسب
عكسياً مع حاد مربع المسافة بينهما وعكسياً مع مربع البعد بينهما
وهي العلاقة التالية:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$



السحب لقوة جذب الأرض للأجسام على سطحها فأن السحب لا حتى يكون :

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

ملکوں:

واللہ اعلم

وزن الجسم

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2 \quad (32.2 \text{ ft/s}^2)$$

تستخدم الوحدات لوصف الكميات مثل الطول Length
الزمن time ، الكتلة mass ، القوة ، رقعة الك
نظام الوحدات المتناسق

Units (SI Units)

مسألة النظام ؟ [متر - كلم - منايه]

$(m_{\downarrow}, kg_{\downarrow}, s)$

Meter kilo-gram second

، مثالاً ومماثلة متشعبة منها مثل ومماثلة السلسلة $(\frac{m}{s})$

والنيوتن (N) ، القوة (ثيوتات) (N) $(\text{N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2)$

و کمال فقه ایضاً در deci

[tera, giga, mega, kilo, hecto, deka, centi, milli, micro, nano, pico]

10^{12}	10^9	10^8	10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0	
T	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n	p

femto atto]
 10^{-15} 10^{-18}
 f a

f

a

الفصل 1

المتجهات

1.1 تعاريف

تمتلك الكميات السلمية مقادير فقط: مثلاً: الزمن، الحجم، الطاقة، الكتلة، الكثافة، الشغل. تضاف الكميات السلمية بالطرائق الجبرية المعتادة $2\text{ s} + 7\text{ s} = 9\text{ s}$; $14\text{ kg} - 5\text{ kg} = 9\text{ kg}$.

تمتلك الكميات الاتجاهية مقادير واتجاهات* مثلاً: القوة: الإزاحة: السرعة: الدفع. تمثل المتجهة بسهم وفق الميل المعطى. يمثل رأس السهم الاتجاه، بينما يمثل طوله مقدار المتجهة. يظهر الرمز الخاص بالمتجهة في الطباعة كحرف أسود ثخين مثل P . يمثل المقدار بأحد الرمز $|P|$ أو P .

يُمكن أن تحرك المتجهة الحرة إلى أي موضع من الفضاء بشرط أن تحافظ على اتجاهها ومقدارها. يمكن أن تطبق المتجهة المنزلفة عند أية نقطة من مستقيم فعلها. وفق مبدأ قابلية النقل تبقى الآثار والخارجية للمتجهة المنزلفة دون تغيير.

* يتضمن الاتجاه الزاوية التي يصنعها حامل الفعل مع مستقيم مرجعي معطى وتوجه المتجهة على الحامل المذكور. يتوجب على المتجهة الثابتة أو المقيدة ألا تغير نقطة تطبيقها.

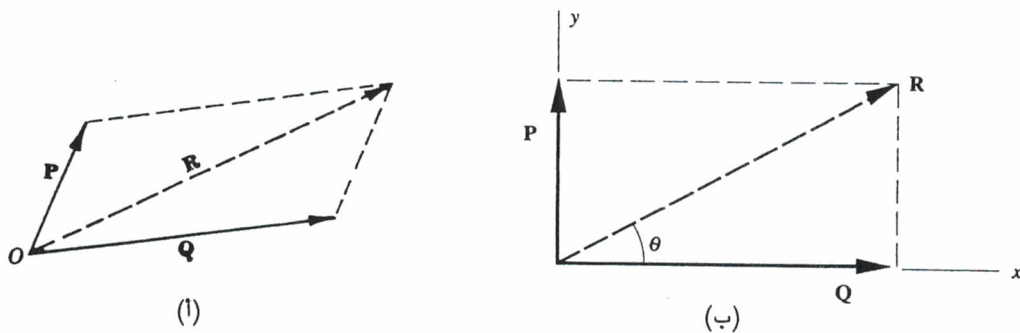
متجهة الوحدة هي المتجهة التي يطابق طولها الوحدة.

إن للمتجهة السالبة $-P$ نفس مقدار المتجهة p واتجهاً يعاكس اتجاه المتجهة P .

تعرف محصلة منظومة من المتجهات بأنها العدد الأدنى من المتجهات التي يُمكن أن تحل محل المنظومة المعطاة.

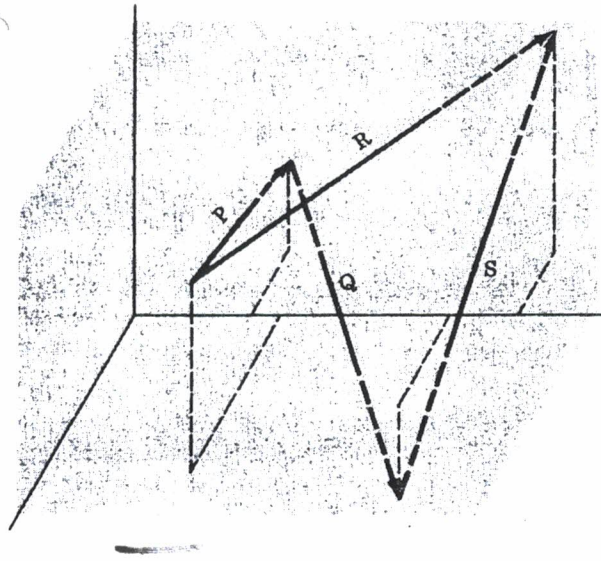
2.1 جمع متجهتين

- (1) ينص قانون متوازي الاضلاع على أن المحصلة R للمتجهتين P و Q هي قطر متوازي الاضلاع الذي تشغل فيه المتجهتان P و Q موضعين ضلعين متجاورين تلتقي المتجهات الثلاث P و Q و R عند نقطة كما هو مبين في الشكل 1-1 (1). تدعى المتجهتان P و Q أيضاً مركبتي R .



الشكل 1-1

* يتضمن الاتجاه الزاوية التي يصنعها حامل الفعل مع مستقيم مرجعي معطى وتوجه المتجهة على الحامل المذكور.



الشكل 3-1

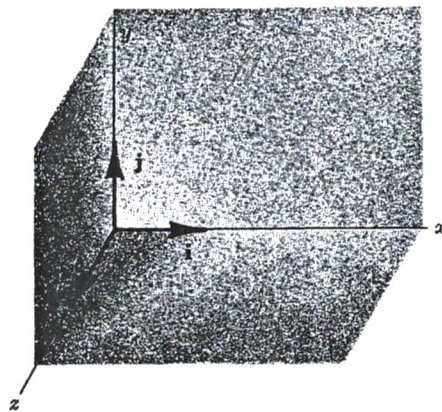
6.1 ضرب المتجهات بكميات سلمية

- (أ) إن جداء المتجهة P بالكمية السلمية m هو المتجهة mP التي يساوي مقدارها جداء $|m|$ بمقدار المتجهة P والتي يطابق اتجاهها اتجاه P أو يعاكسه حسبما تكون الكمية السلمية m موجبة أو سالبة.
- (ب) تعرف العمليات الأخرى للكميتين السلميتين m و n على النحو

$$\begin{aligned}(m + n)P &= mP + nP \\ m(P + Q) &= mP + mQ \\ m(nP) &= n(mP) = (mn)P\end{aligned}$$

7.1 الثلاثية المتعامدة من متجهات الوحدة

نحصل على الثلاثية المتعامدة من متجهات الوحدة i, j, k و برسم متجهات وحدة على المحاور x, y, z على الترتيب. يبين الشكل 4-1 ثلاثية يمينية من المحاور. تكتب المتجهة P على النحو



الشكل 4-1

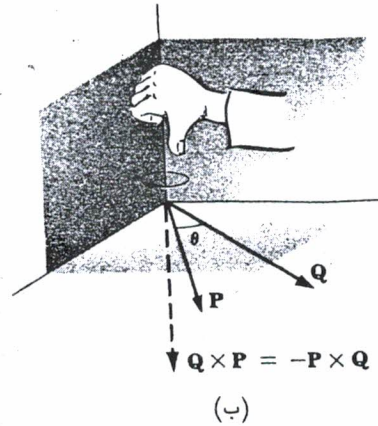
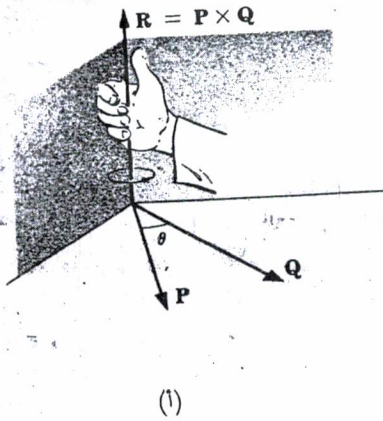
المستويين مع الاستقامة L . يقطع المستويان المستقيم L عند النقطتين C و D . إن المتجهة CD هي مركبة P على امتداد L ويساوي مقدارها $P \cdot e_L = P e_L \cos \theta$. نجد تطبيقات هذه المبادئ في المسألتين 15.1 و 16.1.

10.1 الجداء التصالبي أو الاتجاهي

يُكتب الجداء التصالبي أو الاتجاهي للمتجهتين P و Q على النحو $P \times Q$ وهو متجهة R يساوي مقدارها جداء مقداري المتجهتين بجيب الزاوية θ بينهما. هكذا إن كانت e متجهة الوحدة التي تحدد اتجاه $R = P \times Q$ ، يُمكن أن يكتب الجداء التصالبي على النحو

$$R = P \times Q = (PQ \sin \theta) e \quad 0 \leq \theta \leq 180^\circ$$

يبين الشكل 9-1 أن $P \times Q = -Q \times P$ (الجداء التصالبي ليس تبديلياً).



الشكل 9-1

تصح القوانين التالية للجداءات الاتجاهية حيث m كمية سلمية.

$$\begin{aligned} P \times (Q + S) &= P \times Q + P \times S \\ (P + Q) \times (S + T) &= P \times (S + T) + Q \times (S + T) \\ &= P \times S + P \times T + Q \times S + Q \times T \\ m(P \times Q) &= (mP) \times Q = P \times (mQ) \end{aligned}$$

نظراً لتعامد المتجهات i, j, k و

$$\begin{aligned} i \times i &= j \times j = k \times k = 0 \\ i \times j &= k \quad j \times k = i \quad k \times i = j \end{aligned}$$

أيضاً وبفرض أن $P = P_x i + P_y j + P_z k$ و $Q = Q_x i + Q_y j + Q_z k$ يكون لدينا

$$P \times Q = (P_y Q_z - P_z Q_y) i + (P_z Q_x - P_x Q_z) j + (P_x Q_y - P_y Q_x) k = \begin{vmatrix} i & j & k \\ P_x & P_y & P_z \\ Q_x & Q_y & Q_z \end{vmatrix}$$

لبرهان هذه الصيغة للجداء التصالبي، انظر المسألة 12.1.

11.1 التفاضل والتكامل الاتجاهيان

يساوي

(أ) إذا تغيرت المتجهة P تبعاً لكمية سلمية كالزمن t مثلاً، يحسب تفاضلها على النحو التالي.

نفرض أن $P = P(t)$ ؛ بكلمات أخرى أن P دالة للزمن t . يساوي التغير ΔP في المتجهة P الناجم عن تغير الزمن من t إلى $(t + \Delta t)$

$$\Delta P = P(t + \Delta t) - P(t)$$

$$\frac{dP}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t + \Delta t) - P(t)}{\Delta t}$$

إن كان $P(t) = P_x i + P_y j + P_z k$ ، حيث P_x, P_y, P_z دوال للزمن t ، يكون لدينا

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{(P_x + \Delta P_x)i + (P_y + \Delta P_y)j + (P_z + \Delta P_z)k - P_x i - P_y j - P_z k}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta P_x i + \Delta P_y j + \Delta P_z k}{\Delta t} = \frac{dP_x}{dt} i + \frac{dP_y}{dt} j + \frac{dP_z}{dt} k \end{aligned}$$

إن العمليات التالية صالحة

$$\frac{d}{dt}(P + Q) = \frac{dP}{dt} + \frac{dQ}{dt}$$

$$\frac{d}{dt}(P \cdot Q) = \frac{dP}{dt} \cdot Q + P \cdot \frac{dQ}{dt}$$

$$\frac{d}{dt}(P \times Q) = \frac{dP}{dt} \times Q + P \times \frac{dQ}{dt}$$

$$\frac{d}{dt}(\psi P) = \psi \frac{dP}{dt} + \frac{d\psi}{dt} P \quad \text{حيث } \psi \text{ دالة سلمية للزمن } t.$$

(ب) إذا تغيرت المتجهة P تبعاً لكمية سلمية كالزمن t مثلاً، يُنجز تكاملها إذ ذاك وفق ما يلي.
نفرض أن $P = P(t)$ ؛ أي أن P دالة للزمن t . إذن

$$\begin{aligned} \int_{t_0}^{t_1} P(t) dt &= \int_{t_0}^{t_1} (P_x i + P_y j + P_z k) dt \\ &= i \int_{t_0}^{t_1} P_x dt + j \int_{t_0}^{t_1} P_y dt + k \int_{t_0}^{t_1} P_z dt \end{aligned}$$

12.1 الأبعاد والوحدات

يُمكن أن توصف خصائص الجسم وحركته في سياق دراسة الميكانيكا بدلالة كميات أساسية تدعى الأبعاد. تعود المهندسون في الولايات المتحدة منظومة ثقالية تستخدم أبعاد القوة والطول والزمن. توّظف معظم البلدان في العالم منظومة مجردة أبعادها المختارة هي الكتلة والطول والزمن. يتنامى اتجاه معاصر في الولايات المتحدة يهدف إلى التحول للمنظومة الثانية. تُشتق المنظومتان من قانون نيوتن الثاني للحركة الذي غالباً ما يوضع في الصيغة.

$$R = Ma$$

هنا R هي محصلة كل القوى المؤثرة في النقطة و a تسارع النقطة و M ثابت التناسب الذي يعرف باسم الكتلة.

مربع الوتر: مربعي الضلعي .

الفصل 1 □ 17

مسائل محلولة

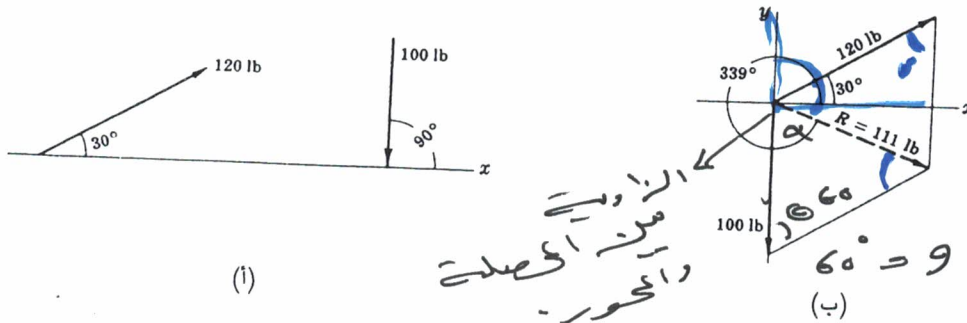
بواجب

اجمع القوتين المستويتين: 120lb بزاوية 30° و 100lb بزاوية 90° مستخدماً طريقة متوازي الاضلاع. انظر الشكل 10-1 (ا).

الحل

ارسم مخططاً للمسألة دون أن تلتزم بالضرورة بالمقياس تدل الإشارة السالبة على أن القوة 100 lb تؤثر على امتداد المنحى 90° نحو الأسفل باتجاه نقطة الأصل. يكافئ هذا الوضع وجود قوة موجبة قدرها 100 lb تؤثر على امتداد المنحى 270° وفق مبدأ قابلية النقل.

للإشارة إلى الشكل 10-1 (ب)، نوضع ذيلي المتجهتين عند نقطة مشتركة ونرسم المتجهتين بمقياس معين ثم نكمل متوازي الاضلاع. تساوي المحصلة R وفق نفس المقياس 111 lb. نجد باستخدام المنقلة أن هذه المحصلة تصنع مع المحور x الزاوية $\theta_x = 339^\circ$.



الشكل 10-1

نعتبر في الشكل 10-1 (ب) المثلث الذي ينطبق أحد أضلاعه على المحور y. تساوي أضلاع هذا المثلث R و 100 و 200. تكافئ الزاوية بين الضلعين 100 و 120 60°. نطبق قانون جيب التمام.

$$R^2 = 120^2 + 100^2 - 2(120)(100) \cos 60^\circ \quad R = 111 \text{ lb}$$

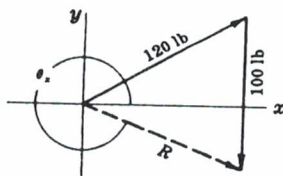
كذلك

$$\frac{120}{\sin \alpha} = \frac{111}{\sin 60^\circ} \quad \alpha = 69^\circ$$

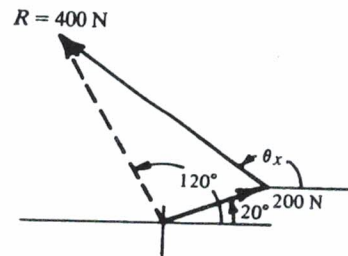
نطبق الآن قانون الجيوب

إذا أضفنا الزاوية 60° إلى الزاوية 270° نحصل على الزاوية المقاسة 330°.

2.1 استخدم قانون المثلث للمسألة 1.1. انظر الشكل 11-1.



الشكل 11-1



الشكل 12-1