تجميعة صفحات الكتاب القسم الأول وفق الهيكل الوزاري الجديد

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية	
موقع المناهج ⇦ المناهج الإماراتية ⇦ الصف الحادي عشر المتقدم ⇦ فيزياء ⇦ الفصل الأول ⇦ ملفات متنوعة ⇦ الملف	
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2025-10-21 11:38:17	
ملفات ا كتب للمعلم ا كتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس	المزيد من مادة فيزياء:
إعداد: SHAWKY MOHAMED	

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الحادي عشر المتقدم					
صفحة المناهج الإماراتية على فيسبوك					
المواد على تلغرام	التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات	

المزيد من الملفات بحسب الصف الحادي عشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الأول	
أسئلة الامتحان النهائي القسم الالكتروني منهج بريدج المسار A-101-M	1
تجميعة أسئلة امتحانات وزارية نهائية منهج بريدج متبوعة بالحلول	2
أسئلة الامتحان النهائي القسم الورقي منهج بريدج بدون الحل	3
ملخص و أوراق عمل درس mirror Spherical من وحدة refraction and Reflection منهج انسباير	4
ملخص وتدريبات الدرس السادس المتجهات من الوحدة الأولى	5

بسم الله الرحمن الرحيم

هيكل الصف الحادي عشر المتقدم فيزياء 1PART

Mr.Mohamed Shawky
+971504104328
02010699989662

https://youtu.be/Bt6VQGv2C78

رابط اول جزء من الهيكل مشروح

almanahj.com/ae
موقع المناهج الإماراتية
2026 2025

بسم الله والصلاه والسلام علي رسول الله من يهديه الله فلا مضل له ومن يضلل فلا هادي له الا الله

تقبل الله منا هذا العمل لوجهه الكريم فاللهم ارزقنا واياكم حسن العمل وحسن الطاعات وجنبنا واياكم شر المنكرات

ان شاء الله تجدون شرح الهيكل هنا في هذه القناه HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/@SCIENCEMEDIA4556

+971504104328

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1.فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2.أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4.اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5.اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

https://youtu.be/q8dMDTBdqos الحصه الاولى شرح الدرس

تصنف الكميات الفيزيائية الى صنفين هما :-

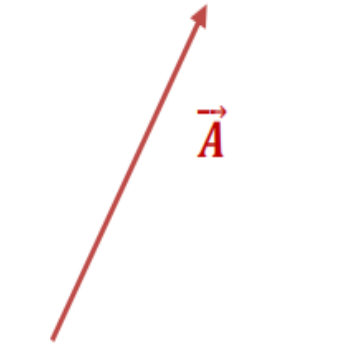
أولا| الكميات القياسية :- وهي كميات لها مقدار ووحدة قياس ، **ولكن ليس لها اتجاه** .

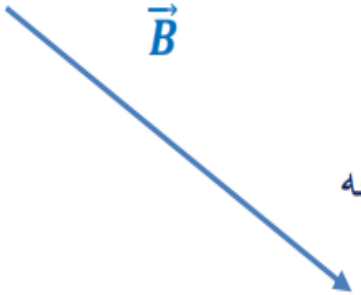
مثل) الكتلة ، الزمن ، درجة الحرارة ، الجهد الكهربائي ، الطاقة ، وغيرها .

ثانيا| الكميات المتجهة :- وهي كميات **لها اتجاه** بالاضافة الى المقدار ووحدة القياس .

مثل) القوة ، الازاحة ، السرعة ، العجلة ، وغيرها .

المتجهات





- يمكن تمثيل المتجهات بيانيا بـــ :
  رسم سهم له نقطة بداية (ذيل المتجه) ونقطة نهاية (رأس المتجه)
- يرمز للمتجه بحرف فوقه سهم يشير الى اليمين مثل:
  المتجه ($\vec{A}$) أو ($\vec{B}$) أو أي حرف أخر. ....
- يرمز لطول المتجه بـ: $|\vec{A}| \equiv A$ و $|\vec{B}| \equiv B$ ويدل على مقدار المتجه

(كلما زاد مقدار الكمية المتجهة زاد طول المتجه).

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1. فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2. أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4. اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5. اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

https://youtu.be/q8dMDTBdqos

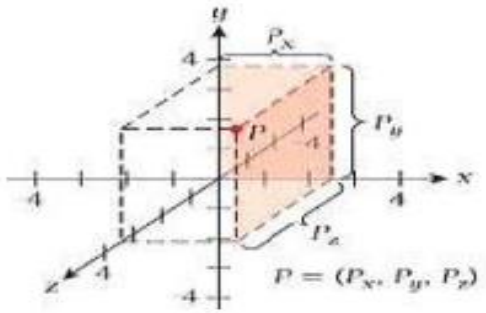
https://youtu.be/Vc1ebTe_Jp0

https://youtu.be/HLcn_edOOlA

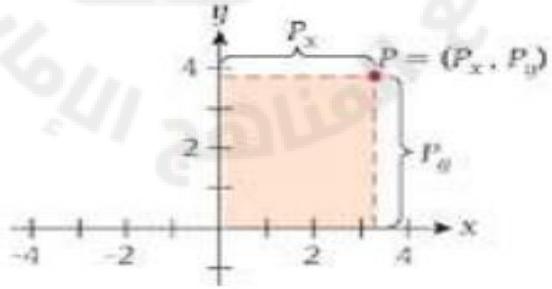
النظام الإحداثي الديكارتي : هو مجموعة من محورين أو أكثر ، بين كل محورين زاوية (90°) .

النظام الاحداثي الديكارتي

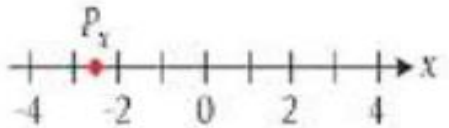
احادي البعد — ثنائي البعد — ثلاثي البعد



P= (, ,)



P= (,)



تمثيل نقطة

P= P_x=

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1.فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2.أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4.اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5.اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

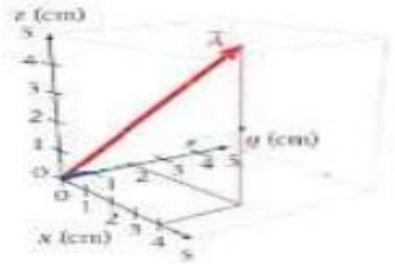
https://youtu.be/q8dMDTBdqos

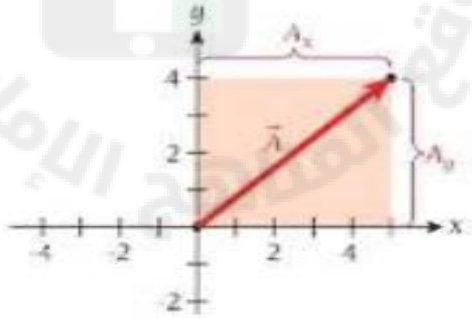
التمثيل الديكارتي للمتجه

يمثل المتجه ($\vec{A}$) بيانيا أو أي متجه آخر في النظام الديكارتي في" فضاء ثنائي الأبعاد"

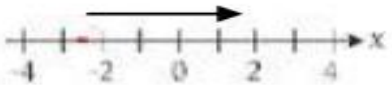
$$\vec{A} = (A_x , A_y)$$

حيث : A_x , A_y تسمى مركبات المتجه $\vec{A}$





تمثيل متجه



A= (A_X, AY, AZ)

A=(, ,)

A=(A_X,A_Y)

A=(,)

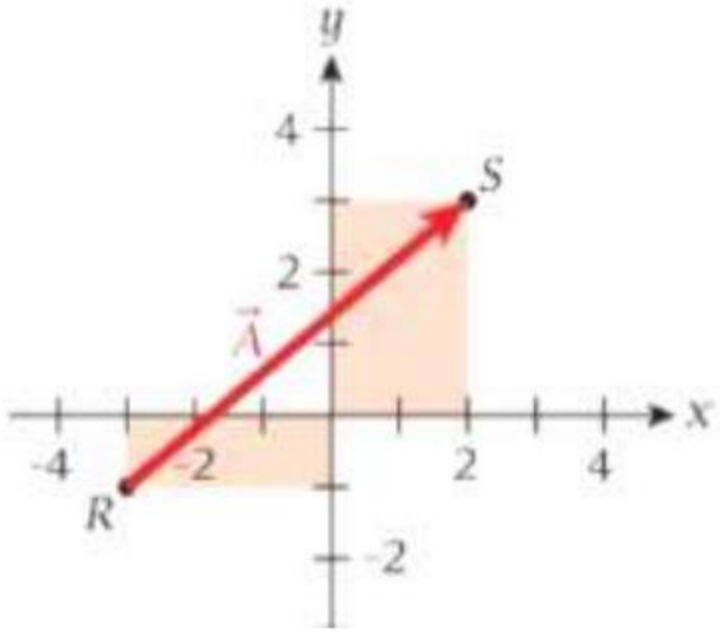
A_X=

A=

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1.فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2.أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4.اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5.اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

https://youtu.be/9gqG7ffHSL8



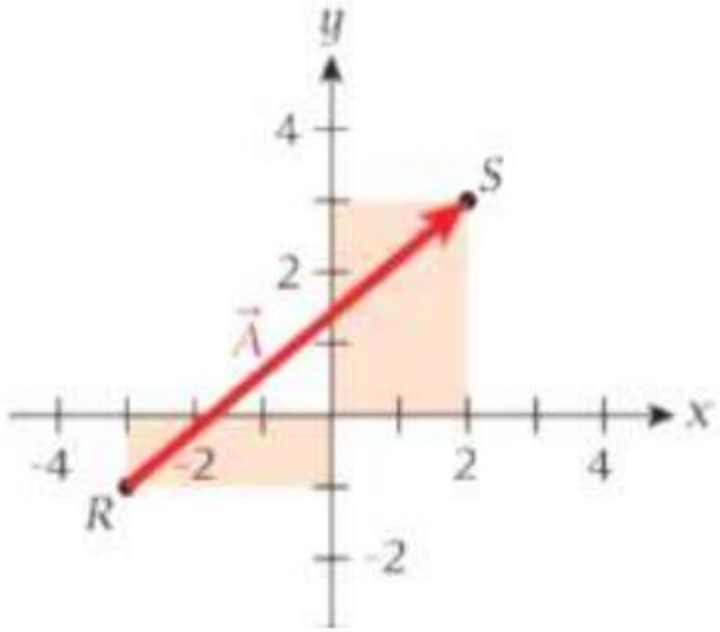
1-احسب مركبات A

2-احسب طول A ؟

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1.فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2.أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4.اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5.اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.



3- حدد اتجاهه بحساب الزاويه التي يصنعها مع محور x ؟

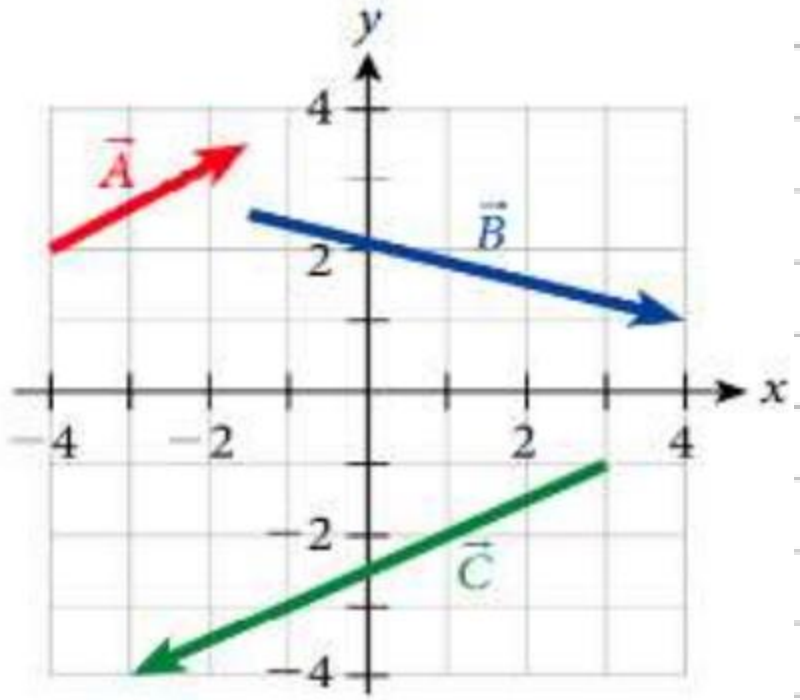
4- حدد اتجاهه بحساب الزاويه التي يصنعها مع محور y ؟

almanahj.com/ae
2025
موقع المناهج الإماراتية

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1.فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2.أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4.اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5.اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

https://youtu.be/LJFGrp5E7Yk



رقم (1.93) : أكتب المتجهات $\vec{A}$ و $\vec{B}$ و $\vec{C}$ بالإحداثيات الديكارتية ؟

رقم (1.94) : احسب طول المتجهات $\vec{A}$ و $\vec{B}$ و $\vec{C}$ ؟وحدّد اتجاهها بحساب الزاوية مع المحور (x) الموجب ؟

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1.فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2.أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4.اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5.اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

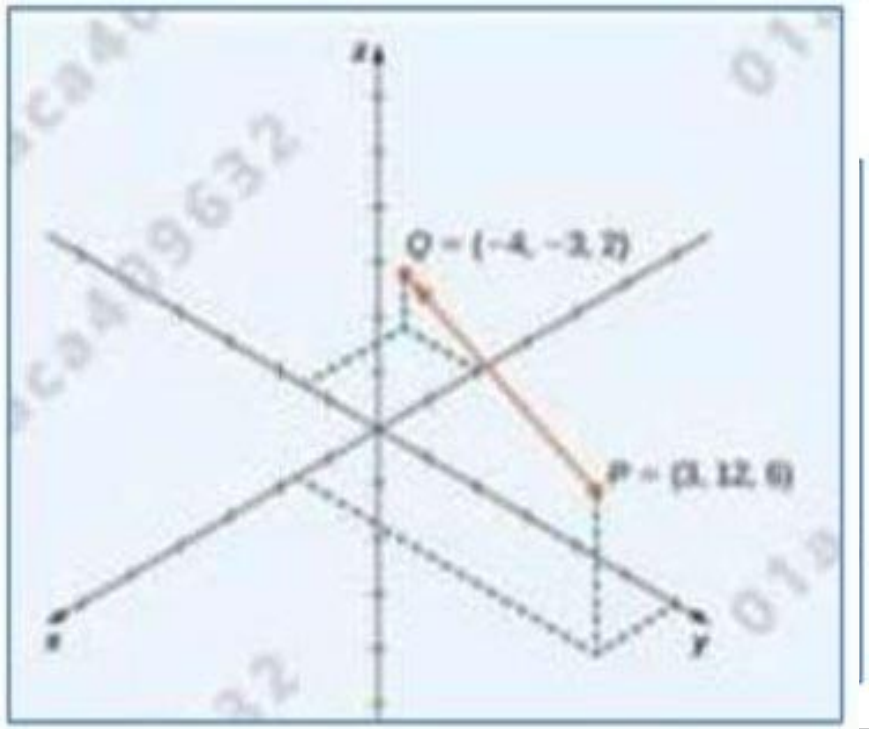
2019-2018 إذا كان المتجه $\vec{A} = (3.0m \ , \ 5.0m)$ في فضاء ثنائي الأبعاد $(x \ , y)$ ، ما مقدار المتجه $|\vec{A}|$ ، والزاوية التي يصنعها المتجه مع المحور (x) الموجب ؟

	طول المتجه	الزاوية التي يكونها المتجه مع المحور (x) الموجب
a	8.0 m	31°
b	8.0 m	59°
c	5.8 m	31°
d	5.8 m	59°

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1.فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2.أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4.اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5.اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

*سؤال(3)-2022-2023] يتحرك جسيم من النقطة $P = (3\,,12\,,6)$ إلى النقطة $Q = (-4\,,-3\,,2)$ كما هو موضح بالرسم البياني. ما متجه وحدة الإزاحة لهذا الجسيم ؟



$$\overrightarrow{PQ} = -1\hat{x} - 15\hat{y} + 4\hat{z} \quad \text{(a)}$$

$$\overrightarrow{PQ} = -7\hat{x} - 15\hat{y} - 4\hat{z} \quad \text{(b)}$$

$$\overrightarrow{PQ} = -1\hat{x} - 9\hat{y} + 8\hat{z} \quad \text{(c)}$$

$$\overrightarrow{PQ} = -3\hat{x} - 12\hat{y} + 6\hat{z} \quad \text{(d)}$$

amahajj.com
موقع المناهج الإماراتية
2026 2025

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

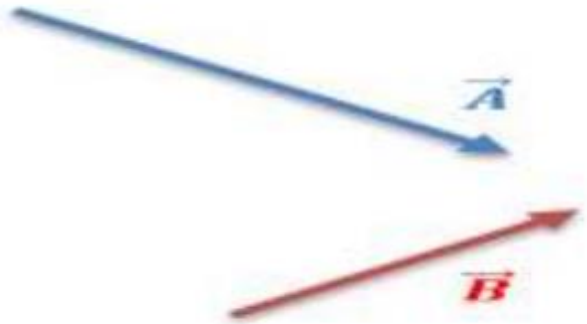
1. فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2. أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4. اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5. اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

* حاصل جمع متجهين مثل $(\vec{A})$ و $(\vec{B})$ يساوي متجه جديد مثل $(\vec{C})$.

طريقة الرسم:- نرسم المتجه الأول ثم نرسم المتجه الثاني بحيث يكون ذيله عند رأس الأول ، ثم نرسم المتجه الناتج بحيث يكون ذيله عند ذيل الأول ورأسه عند رأس الثاني .

تطبيق :-

في الشكل المجاور ، المتجهين (A) و (B) ، اجب عما يلي :-

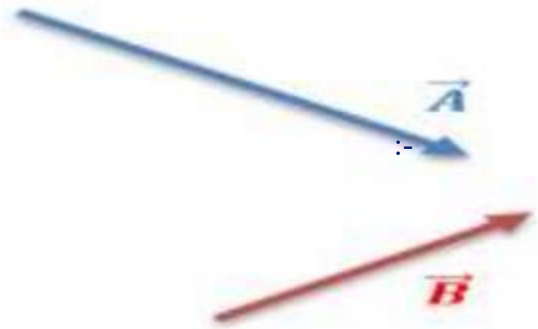


1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1. فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2. أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4. اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5. اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

1) أرسم $\vec{A} + \vec{B}$ ؟

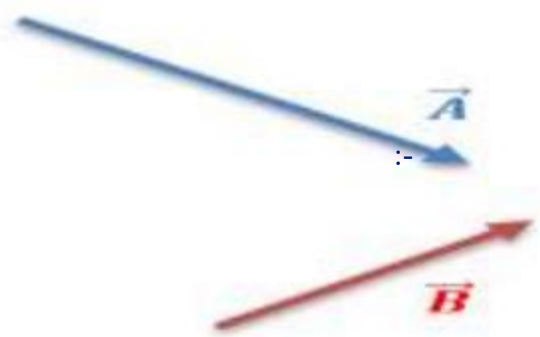
2) أرسم $\vec{B} + \vec{A}$ ؟



صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1. فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2. أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4. اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5. اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.



1) أرسم $\vec{B} - \vec{A}$ ؟

2) أرسم $\vec{A} - \vec{B}$ ؟

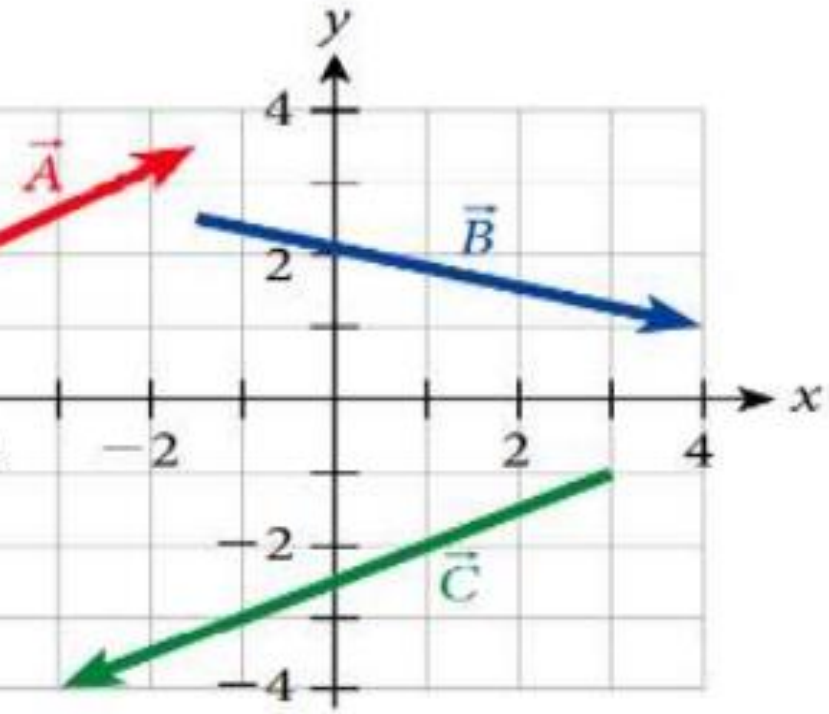
صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

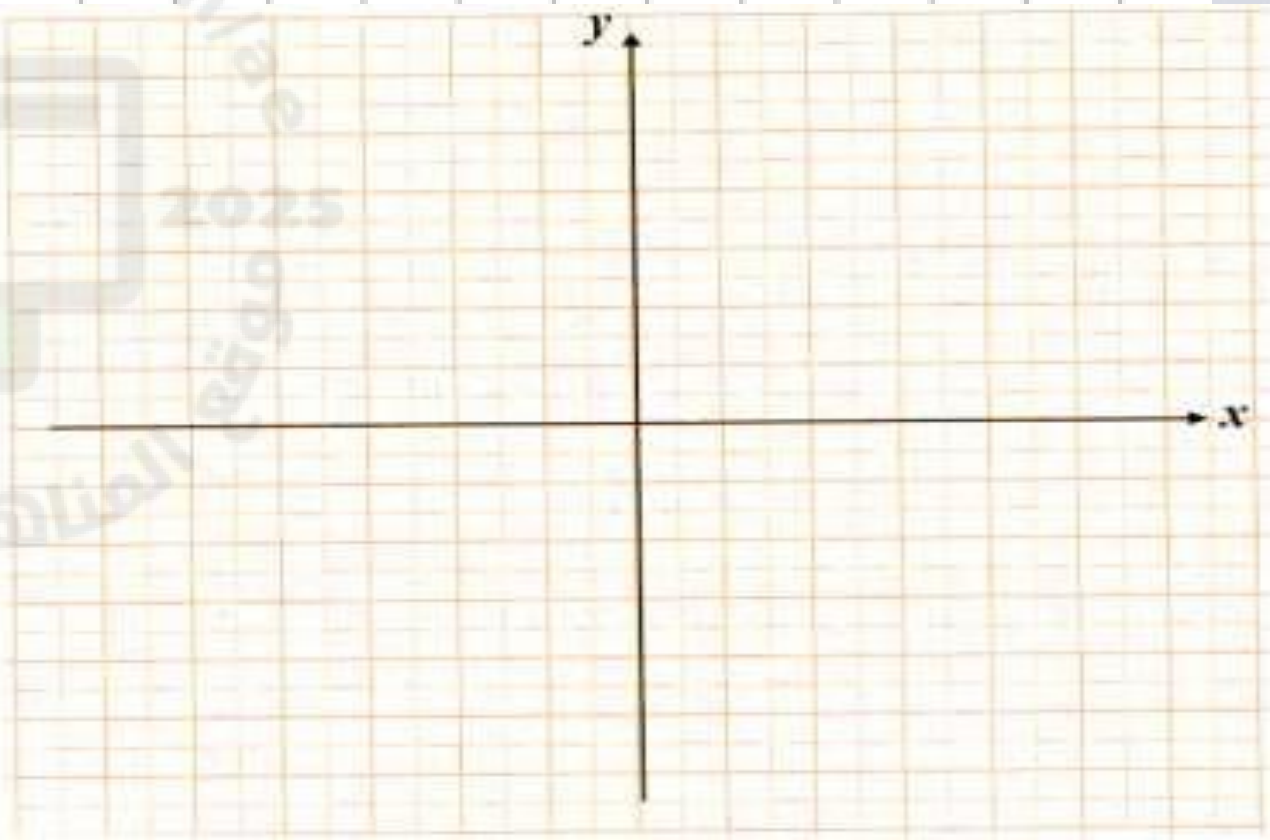
1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1. فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2. أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4. اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5. اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

رقم (1.95) : اجمع الثلاثة متجهات $\vec{A}$ و $\vec{B}$ و $\vec{C}$ بيانيا (أرسم) ؟

ارسم $\vec{D} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$



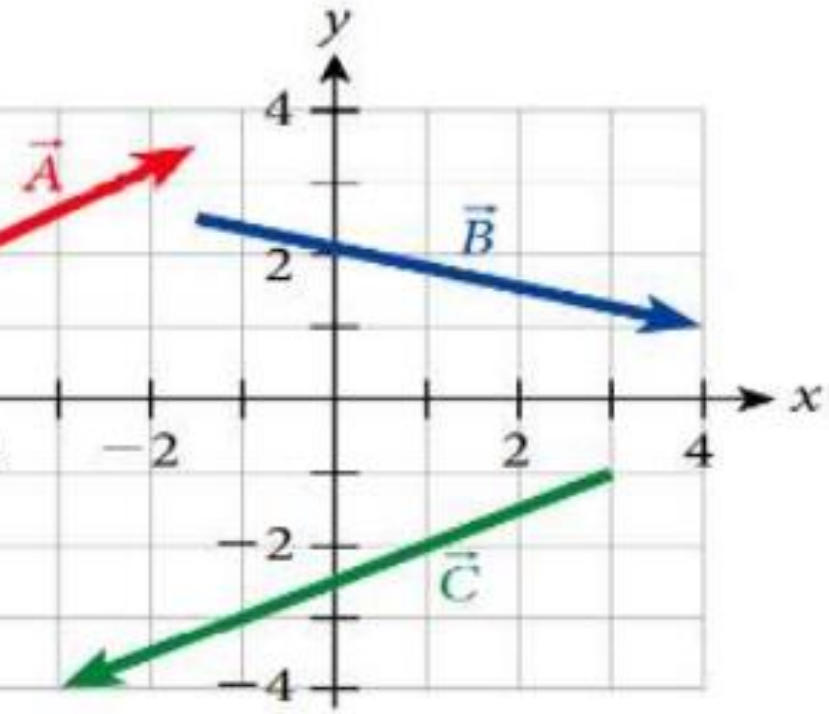


صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

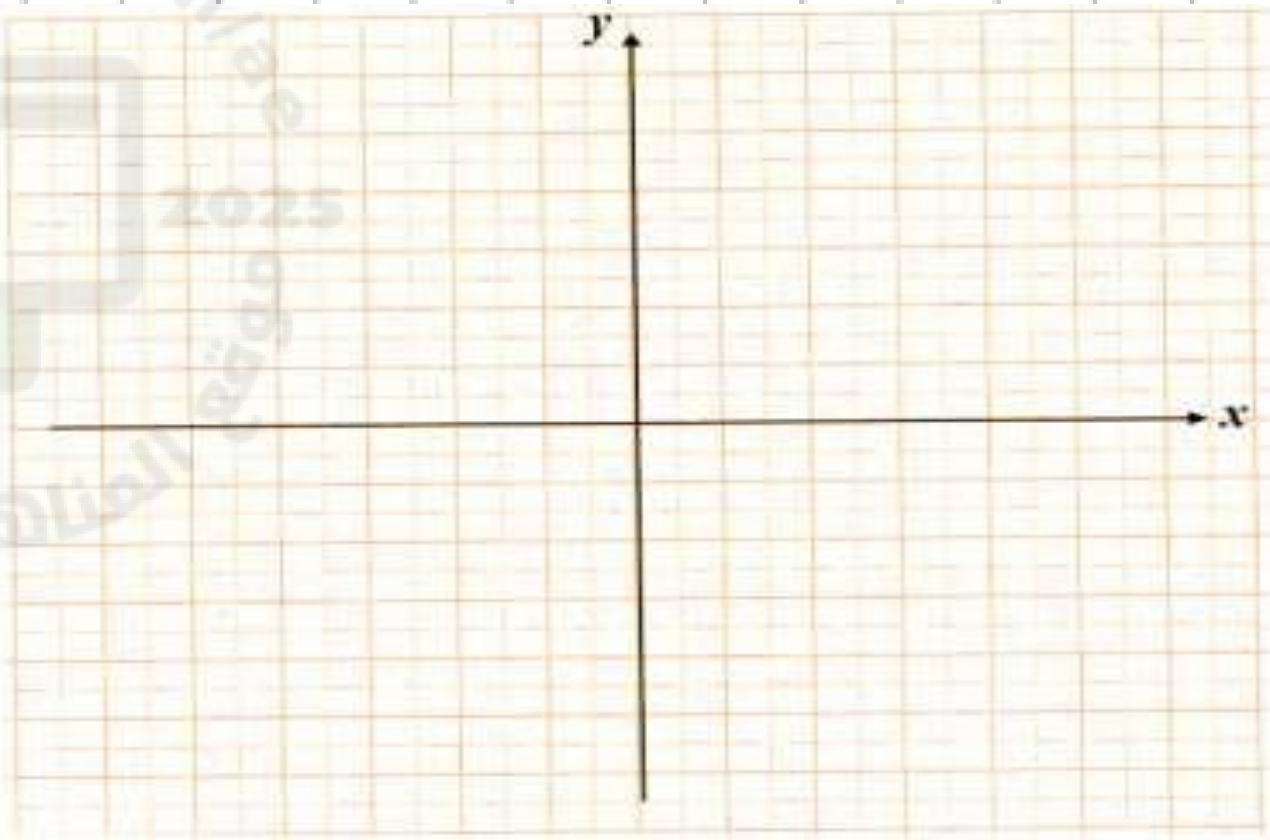
MR /MOHAMED SHAWKY

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1. فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2. أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4. اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5. اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.



رقم (1.96) : حدّد متجه الفرق $\vec{E} = \vec{B} - \vec{A}$ بيانيا ؟



صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1. فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2. أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4. اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5. اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

تطبيق (1)

إذا كان $\vec{A} = (4\ ,\ 2)$ و $\vec{B} = (3\ ,\ 4)$ ،

1) أوجد طول المتجه $(\vec{C})$ ؟ حيث : $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ ثم حدد اتجاهه بحساب الزاوية التي يصنعها مع محور (x) الموجب ؟

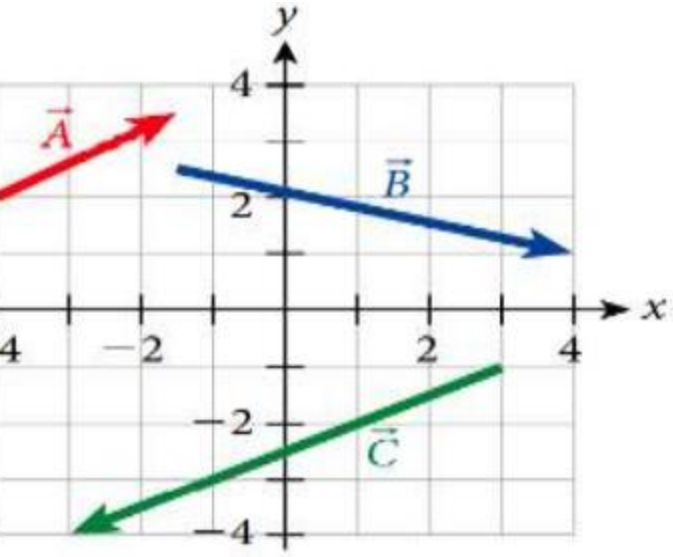
صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1. فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2. أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4. اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5. اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.

2) أوجد طول المتجه $(\vec{D})$ ؟ حيث : $\vec{D} = \vec{A} - \vec{B}$ ثم حدد اتجاهه بحساب الزاوية التي يصنعها مع محور (x) الموجب) ؟

ثم احسب طول المتجه $(\vec{D})$ ؟

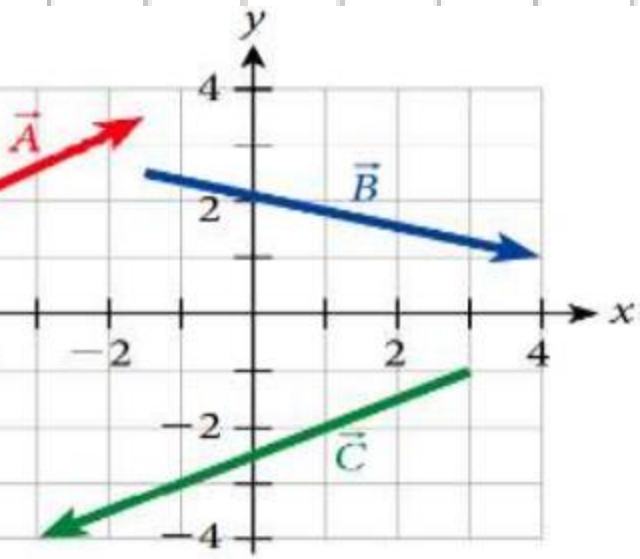


almanahj.com/ae
2026 2025
موقع المناهج الإماراتية

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

1	Differentiate between vector and scalar quantities. Give examples on vector and scalar quantities in nature. Represent a vector in terms of its components in Cartesian coordinates- in two and three dimensional space. Add and subtract vectors graphically to find the resultant vectors. Add or subtract vectors using Cartesian components.	كتاب الطالب	17 - 20

1. فرّق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية.
2. أعطِ أمثلة على الكميات المتجهة والكميات القياسية في الطبيعة.
3. في الفضاء ثنائي وثلاثي الأبعاد -مثّل المتجه بدلالة مركباته في الإحداثيات الديكارتية.
4. اجمع واطرح المتجهات بيانيًا لإيجاد المتجهات المحصلة.
5. اجمع أو اطرح المتجهات باستخدام المركبات الديكارتية.



رقم (1.98) : مستعينا بالرسم البياني أعلاه ، استخدم طريقة المركبات لتحديد طول المتجه

$\vec{F} = \vec{C} - \vec{A} - \vec{B}$ ؟

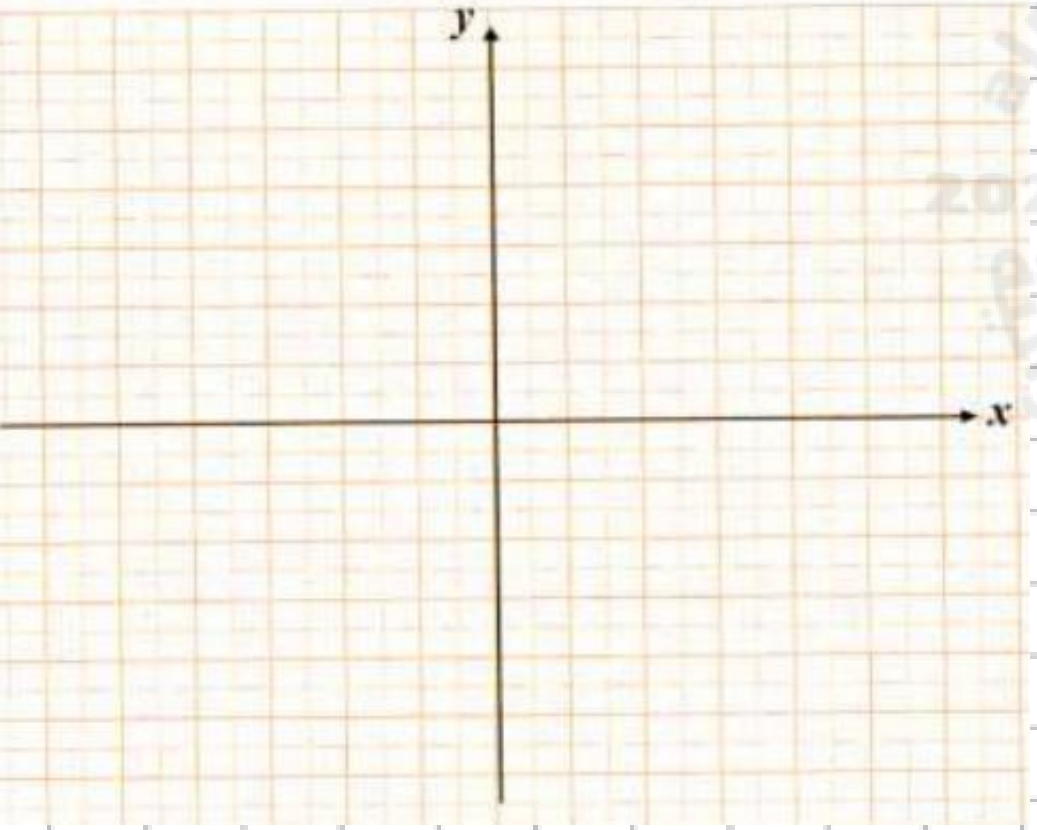
almanahj.com/ae
2026 2025
موقع المناهج الإماراتية

2	Calculate the scalar product of vectors.	كتاب الطالب	21 - 23

احسب حاصل الضرب القياسي للمتجهات

ارسم المتجهات باستخدام المركبات ، حيث :- $\vec{A} = (A_x , A_y) = (30.0m , -50.0\ m)$ و

$\vec{B} = (B_x , B_y) = (-30.0m , 50.0\ m)$ ، **ثم أوجد مقادير(طول) هذه المتجهات ؟**

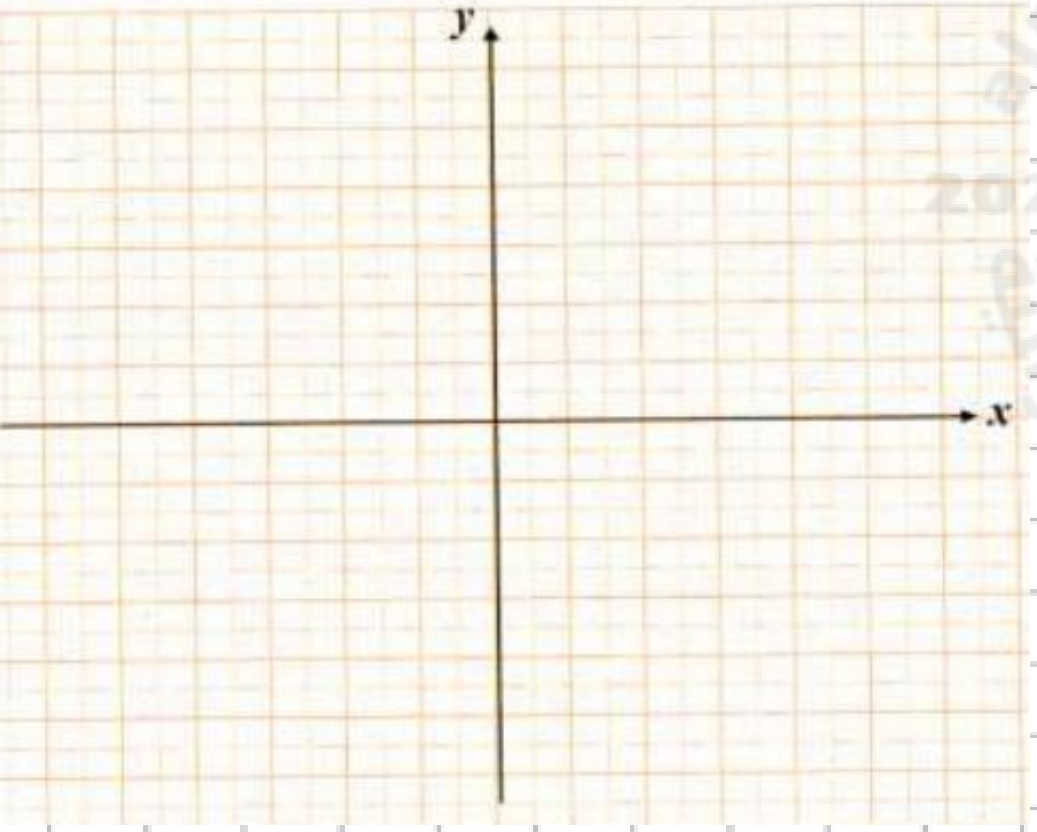


صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

2	Calculate the scalar product of vectors.	كتاب الطالب	21 - 23

احسب حاصل الضرب القياسي للمتجهات

https://youtu.be/EDUPsdE_W-0



رقم(1.102) : ما الزاوية التي يكوّنها $\vec{B} = (B_x, B_y) = (30.0m, 50.0m)$ مع محور (x) الموجب؟ وما الزاوية التي يكوّنها مع محور (y) الموجب؟

ayman ahj.com/ae
2026 2025
موقع المتفوق

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

عملية ضرب متجه في كمية قياسية ينتج عنها متجه جديد .

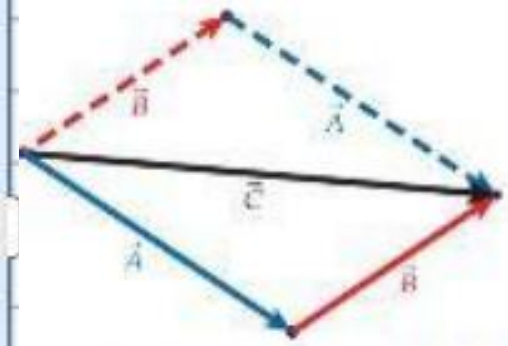
إذا كان : $\vec{A} = (4\ ,\ 6)$ ، $\vec{B} = (2,\ 3\ ,\ 5)$ أوجد :

1) $\vec{E} = 2\vec{A}$ ؟

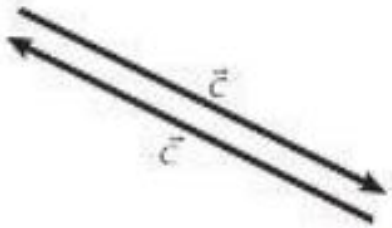
2) $\vec{F} = -3\vec{B}$ ؟

إذا كان المتجه $\vec{A} = 3.2\hat{x} + 4.5\hat{y}$ والمتجه $\vec{B} = 5.7\hat{x} - 1.9\hat{y}$ ما مقدار المتجه $\vec{C} = 3\vec{A} - 2\vec{B}$ ؟

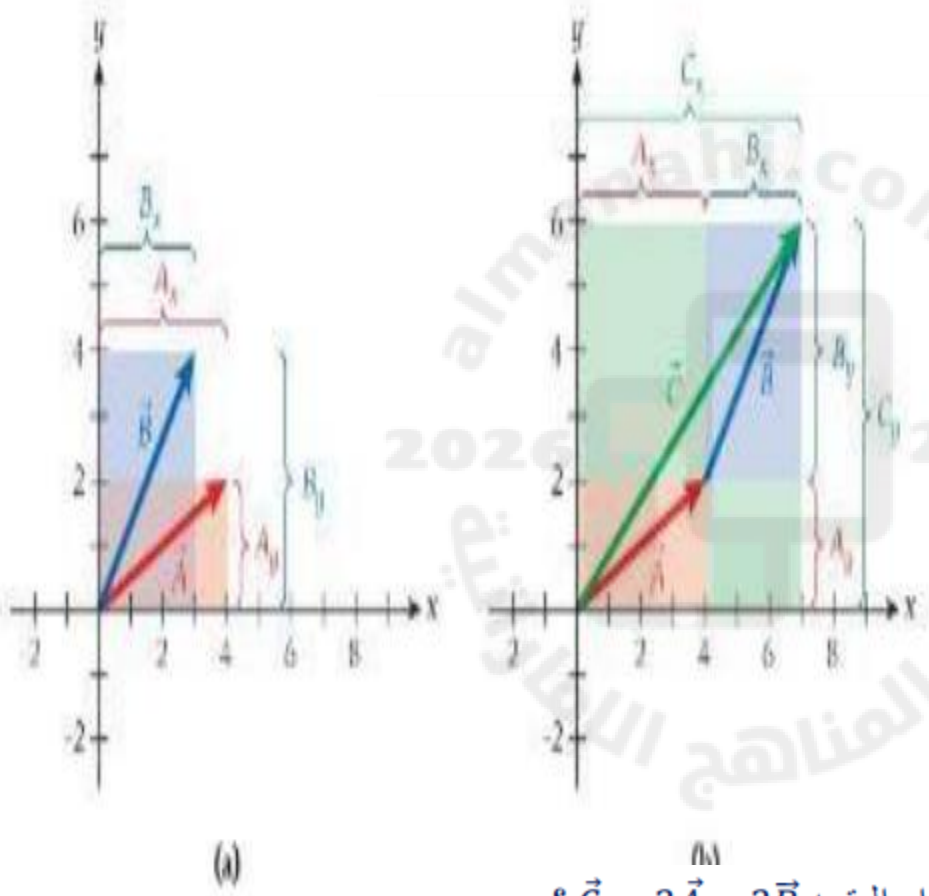
(a) -6.7 (b) - 12.3 (c) 10.3 (d) 17.4



الشكل 1.18 خاصية التبديل لجمع المتجهات.



الشكل 1.19 المتجه المعاكس $\vec{C}-$ للمتجه $\vec{C}$



3	احسب حاصل ضرب المتجهات	كتاب الطالب	23-25

إذا كان المتجه $\vec{A} = 3.2\hat{x} + 4.5\hat{y}$ والمتجه $\vec{B} = 5.7\hat{x} - 1.9\hat{y}$ ما مقدار المتجه $\vec{C} = 3\vec{A} - 2\vec{B}$ ؟

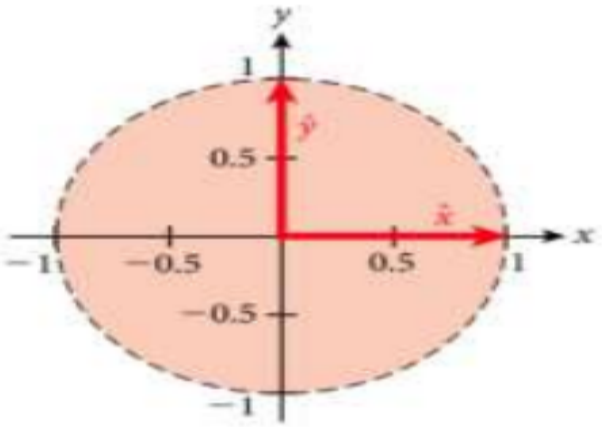
(a) -6.7 (b) - 12.3 (c) 10.3 (d) 17.4

https://youtu.be/y0OxgcTHSVQ

رقم (1.105) : أوجد مقدار $-5\vec{A} + \vec{B}$ واتجاهه ، حيث $\vec{B} = (90.0\ , -150.0)$ $\vec{A} = (23.0\ , 59.0)$ ؟

رقم (1.106) : أوجد مقدار $-7\vec{B} + 3\vec{A}$ واتجاهه ، حيث $\vec{B} = (90.0\ , -150.0)$ $\vec{A} = (23.0\ , 59.0)$ ؟

متجهات الوحدة



متجهات الوحدة:- هي متجهات مقدارها (1) وتمتد على طول المحاور الإحداثية الأساسية للنظام الإحداثي . كما في الشكل .

رموزها هي : $\hat{x}$ و $\hat{y}$ و $\hat{z}$ حيث :

- $\hat{x} = (1, 0, 0)$ ويكون إتجاهه في إتجاه x الموجب
- $\hat{y} = (0, 1, 0)$ ويكون إتجاهه في إتجاه y الموجب
- $\hat{z} = (0, 0, 1)$ ويكون إتجاهه في إتجاه z الموجب

يكتب أي متجه مثل $(\vec{A})$ كمجموع لمتجهات الوحدة : $\vec{A} = A_x\hat{x} + A_y\hat{y} + A_Z\hat{z}$

أكتب المتجهات : $\vec{A} = (4, 8)$ و $\vec{B} = (2, 6, -3)$ بدلالة متجهات الوحدة ؟

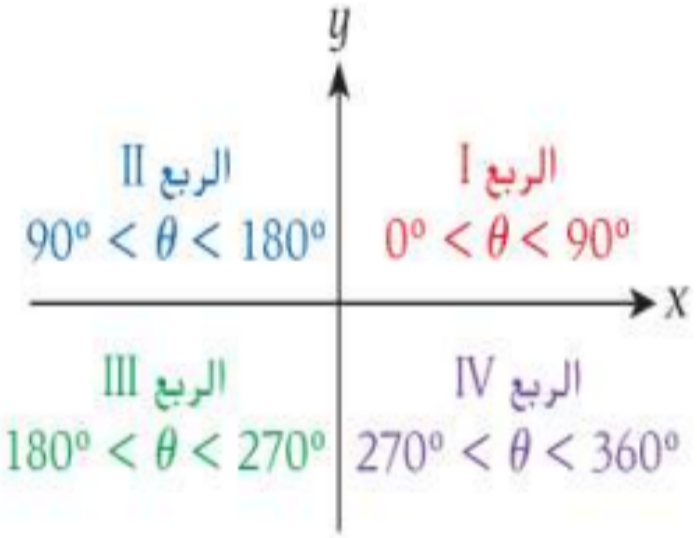
الحل :.....

.....

.....

رقم (1.76): أوجد المتجه $\vec{C}$ الذي يحقق المعادلة : $3\hat{x} + 6\hat{y} - 10\hat{z} + \vec{C} = -7\hat{x} + 14\hat{y}$

مراجعة المفاهيم (1.6) صفحة (22) : إلى أي ربع يتجه كل متجه من المتجهات التالية :



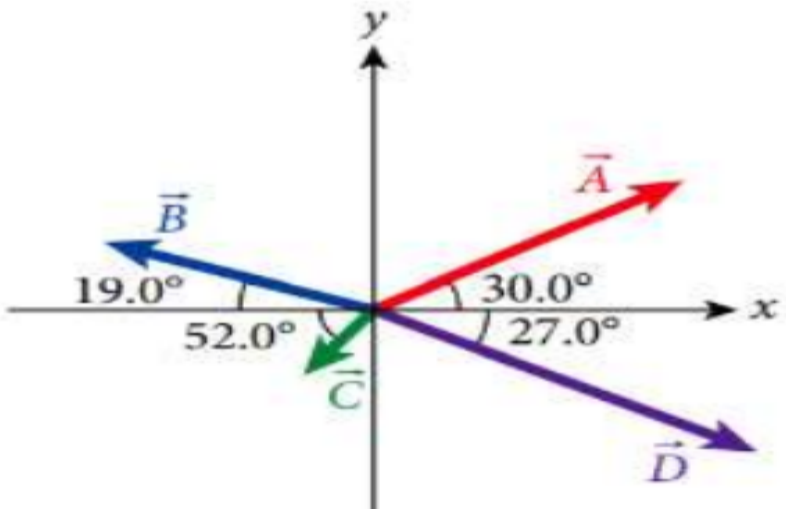
- (a) $\vec{A} = (1.5\ cm\ , -1.0\ cm)$ (.....) .
- (b) متجه بطول (2.3 cm) وزاوية اتجاه (131°) . (.....).
- (c) المتجه المعاكس للمتجه $\vec{B} = (0.5\ cm\ , 1.0\ cm\ )$ (.....).
- (d) مجموع متجهات الوحدة في الاتجاهين $(x\ , y)$. (.....).

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

رقم(1.67) صفحة (29): أوجد مركبات المتجهات $(\vec{A})$ و $(\vec{B})$ و $(\vec{C})$ و $(\vec{D})$ ،

إذا كانت أطوالها ($A=75.0$) و ($B=60.0$) و ($C=25.0$) و ($D=90.0$) وزاوايا الاتجاه موضحة في الشكل ؟ ثم أكتب المتجهات بدلالة متجهات الوحدة ؟



الحل) المتجه $(\vec{A})$:

المتجه $(\vec{B})$:-

المتجه $(\vec{C})$:

المتجه $(\vec{D})$:

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

الضرب القياسي للمتجهات

الضرب القياسي للمتجهات : هي عملية ضرب متجه في متجه آخر حيث ناتج الضرب يكون كمية قياسية ليس لها اتجاه .

يعرّف الضرب القياسي للمتجهين $\vec{A}$ و $\vec{B}$ بـــ : $\vec{A}\cdot\vec{B}=|\vec{A}||\vec{B}|\cos\alpha$

مثال: الشغل (W) : $W=\vec{F}\cdot\vec{d}$ كمية قياسية

يمكن التعبير عن الضرب القياسي بطريقتين :

❖ بدلالة أطوال المتجهات والزاوية المحصورة بينهما :

$$\vec{A}\cdot\vec{B}=|\vec{A}||\vec{B}|\cos\alpha$$

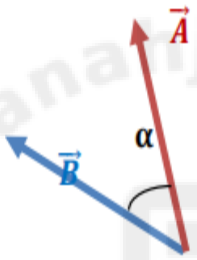
❖ بدلالة الاحداثيات الديكارتية للمتجهات :

$$\vec{A}\cdot\vec{B}=(A_x,A_y,A_z)\cdot(B_x,B_y,B_z)=A_xB_x+A_yB_y+A_zB_z$$

1) الضرب القياسي له خاصية التبديل : $\vec{A}\cdot\vec{B}=\vec{B}\cdot\vec{A}$

2) الضرب القياسي له خاصية التوزيع : $\vec{A}\cdot(\vec{B}+\vec{C})=\vec{A}\cdot\vec{B}+\vec{A}\cdot\vec{C}$

3) الضرب القياسي لأي متجه في نفسه : $\vec{A}\cdot\vec{A}=|\vec{A}||\vec{A}|\cos 0=A^2$



4) من تعريف الضرب القياسي لمتجهين تحسب الزاوية بينهما في فضاء ثلاثي الأبعاد من خلال :

$$\left[\frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{A}||\vec{B}|}\right]=\cos^{-1}\alpha$$

رقم(1.15) صفحة(27): بالنسبة الى المتجهين $\vec{A}=(0,1,2)$ و $\vec{B}=(2,1,0)$ ، ما ناتج الضرب القياسي لهما $(\vec{A}\cdot\vec{B})$؟

3 (a) 6 (b) 2 (c) 0 (d) 1 (e)

مثال (1.5) صفحة (22) : حساب الزاوية بين متجهي موقع (متجه الموقع :هو المتجه الذي ذيله عند نقطة الأصل).

ما الزاوية (α) بين متجهي الموقع $\vec{A}=(4.00,2.00,5.00)cm$ و $\vec{B}=(4.50,\ 4.00,3.00)cm$ ؟

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

1) يمثّل الشكل متجهين ، الأول طوله (8m) باتجاه الشرق والثاني طوله (5m) باتجاه الغرب . ما مجموع هذين المتجهين ؟

(a) 13m شرقا (b) 3m شرقا

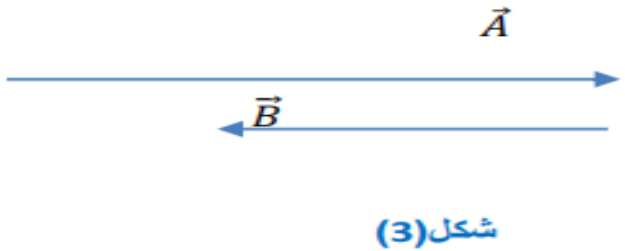
(c) 13m غربا (d) 3m غربا

2) أي من الآتي ليس متجه وحدة ؟

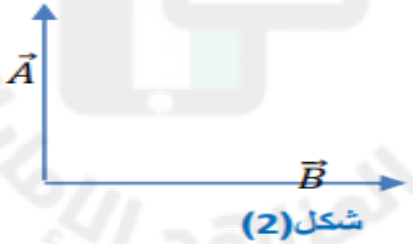
a. $\vec{A} = (0 , 1 , 0)$ b. $\vec{A} = (0 , 0 , 1)$

c. $\vec{A} = (\frac{1}{\sqrt{3}} , \frac{1}{\sqrt{3}} , \frac{1}{\sqrt{3}})$ d. $\vec{A} = (1 , 1 , 1)$

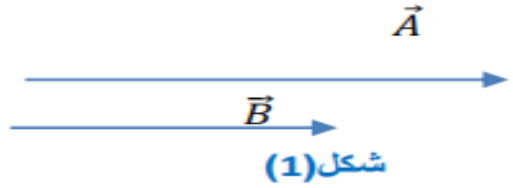
تدريب: في الأشكال المجاورة إذا كان $|\vec{A}| = 5.0\ cm$ و $|\vec{B}| = 3.0\ cm$ ، أجب عما يلي :-



شكل(3)



شكل(2)



شكل(1)

1) في كل شكل من الأشكال التالية أوجد مقدار $\vec{A} \cdot \vec{B}$ ؟

الشكل(1):.....

الشكل(2):.....

الشكل(3):.....

3	احسب حاصل ضرب المتجهات	كتاب الطالب	23 -25

أختار الاجابه الصحيحه :-

1) إذا كان حاصل الضرب القياسي لمتجهين يساوي صفرا فإن المتجهين :-
بنفس الاتجاه متعاكسان متوازيان متعامدان

2) يكون حاصل الضرب القياسي $(\vec{A} \cdot \vec{B})$ له أكبر قيمة موجبه عندما يكون المتجهان :-
بنفس الاتجاه متعاكسان متوازيان متعامدان

3) يكون حاصل الضرب القياسي $(\vec{A} \cdot \vec{B})$ له أكبر قيمة سالبه عندما يكون المتجهان :-
بنفس الاتجاه متعاكسان متوازيان متعامدان

4) يكون حاصل الضرب القياسي $(\vec{A} \cdot \vec{B})$ له أكبر قيمة سالبه عندما يكون المتجهان :-
بنفس الاتجاه متعاكسان متوازيان متعامدان

1) إذا كان المتجه $\vec{A} = (2.0\ ,\ 5.0)$ والمتجه $\vec{B} = (3.0\ ,\ 4.0)$ في المستوى $(x\ y)$ ،ما قياس الزاوية (θ) بين المتجهين ؟

(a) 68° (b) 53° (c) 121° (d) 15°

2) إذا كان المتجه $\vec{A} = (3.0\ ,\ 5.0)$ والمتجه $\vec{B} = (2.0\ ,\ 6.0)$ في المستوى $(x\ y)$ ،ما قياس الزاوية (θ) بين المتجهين ؟

(a) 12 (b) 21 (c) 71 (d) 131

3) كم تساوي الزاوية بين المتجهين: $\vec{A} = -2\,\hat{x} + 3\,\hat{y} + \hat{z}$ و $\vec{B} = \hat{x} + 2\,\hat{y} + 3\hat{z}$ ؟

(a) 20° (b) 30° (c) 50° (d) 60°

23 -25	كتاب الطالب		3

وزاري ورقي :-

1) إذا كان: $\vec{A} = (-3\hat{x} + 2\hat{y} + 3\hat{z})$ و $\vec{B} = (-3\hat{x} + 4\hat{y} + 2\hat{z})$

a) أوجد ناتج الضرب القياسي للمتجهين $\vec{A} \cdot \vec{B}$ ؟

https://youtu.be/e7VtG1m5Yvc

almanahj.com/ae
2026 2025
موقع المناهج الإماراتية

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

3	احسب حاصل ضرب المتجهات	كتاب الطالب	23 -25

❖ الضرب القياسي لمتجهات الوحدة:

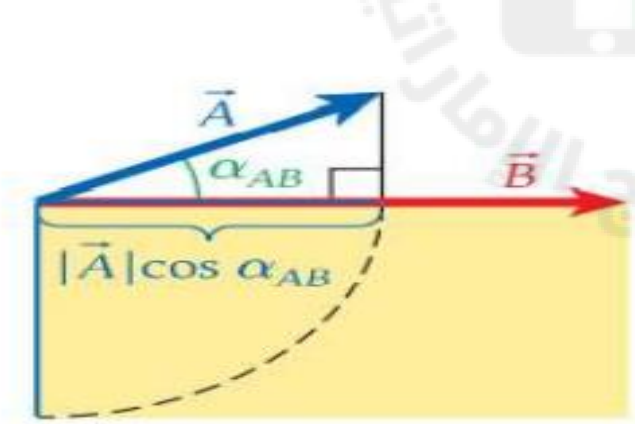
$$\hat{x}\cdot\hat{x}=\hat{y}\cdot\hat{y}=\hat{z}\cdot\hat{z}=|\hat{x}||\hat{x}|\cos\theta=(1)(1)\cos 0=1$$

$$\hat{x}\cdot\hat{y}=\hat{y}\cdot\hat{z}=\hat{y}\cdot\hat{z}=|\hat{x}||\hat{y}|\cos\theta=(1)(1)\cos 90=0$$

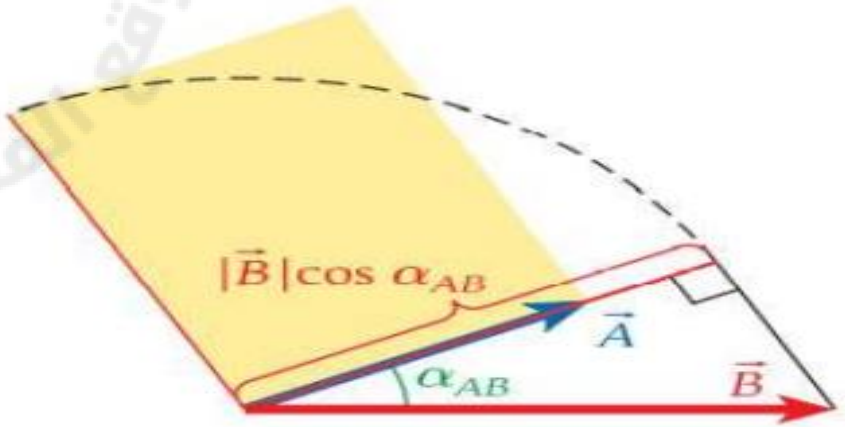
$$\hat{y}\cdot\hat{x}=\hat{z}\cdot\hat{x}=\hat{z}\cdot\hat{y}=|\hat{y}||\hat{x}|\cos\theta=(1)(1)\cos 90=0$$

❖ التفسير الهندسي للضرب القياسي :

التفسير الهندسي للضرب القياسي هو مساحة المستطيل أطوال أضلاعه : مقدار أحد المتجهين و مسقط مقدارالمتجه الثاني على المتجه الأول



(a)



(b)

3	احسب حاصل ضرب المتجهات	كتاب الطالب	23 -25

الضرب الاتجاهى للمتجهات

الضرب الاتجاهي للمتجهات:- هي عملية ضرب متجه في متجه آخر فينتج متجه جديد .

مثال: عزم القوة ($\vec{\tau}$) حيث $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{r}$ كمية متجهة لها مقدار واتجاه .

يمكن التعبير عن الضرب الاتجاهي لمتجهين: $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ https://youtu.be/y0OxgcTHSVQ

- **حساب طول (مقدار) المتجه الناتج** ، يكون بطريقتين :

أولا)

بدلالة أطوال المتجهات والزاوية المحصورة بينهما : $|\vec{C}| = |\vec{A}||\vec{B}| \sin \alpha$

ثانيا)

بدلالة المركبات الديكارتية للمتجهات : $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$

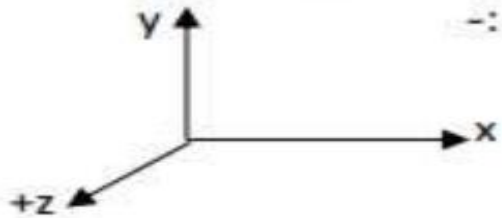
$$C_x = A_y B_z - A_z B_y$$

$$C_y = A_z B_x - A_x B_z$$

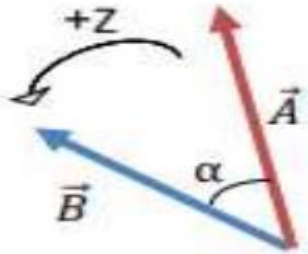
$$C_z = A_x B_y - A_y B_x$$

- كتابة المتجه $(\vec{C})$ بدلالة متجه الوحدة : $\vec{C} = C_x\hat{x} + C_y\hat{y} + C_z\hat{z}$
- تحديد مقدار(طول) المتجه $(\vec{C})$: $|\vec{C}| = \sqrt{C_x^2 + C_y^2 + C_z^2}$

*تحديد اتجاه المتجه $(\vec{C})$:- يكون اتجاه المتجه $(\vec{C})$ دائما عموديا على المتجهين $(\vec{A})$ و $(\vec{B})$ ، فإذا كان المتجهين $(\vec{A})$ و $(\vec{B})$ مرسومين في الورقة أي في المستوي $(x\ y)$ فإن اتجاه المتجه $(\vec{C})$ أما أن يكون باتجاه $(+Z)$ أو باتجاه $(-Z)$ حيث :-

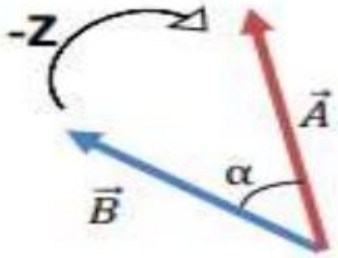


يكون المتجه $(\vec{C})$ باتجاه $(+Z)$ $\quad \vec{A} \times \vec{B} = \vec{C}$



لانه حسب المعادلة سوف نتحرك من المتجه $(\vec{A})$الى المتجه $(\vec{B})$ أي نتحرك عكس عقارب الساعة .

يكون المتجه $(-\vec{C})$ باتجاه $(-Z)$ $\quad \vec{B} \times \vec{A} = -\vec{C}$



لانه حسب المعادلة سوف نتحرك من المتجه $(\vec{B})$ الى $(\vec{A})$ أي نتحرك مع عقارب الساعة.

3	احسب حاصل ضرب المتجهات	كتاب الطالب	23-25

سؤال(1.16) صفحة 27 : بالنسبة الى المتجهين $\vec{A} = (0\,,1\,,2)$ و $\vec{B} = (2\,,1\,,0)$ ما الضرب الإتجاهي لهما $\vec{A} \times \vec{B}$ ؟

$(a)\ (-2\,,4\,,-2)$ $(b)\ (1\,,0\,,1)$ $(c)\ (2\,,0\,,2)$ $(d)\ (1\,,-2\,,3)$ $(e)\ (0\,,0\,,0)$

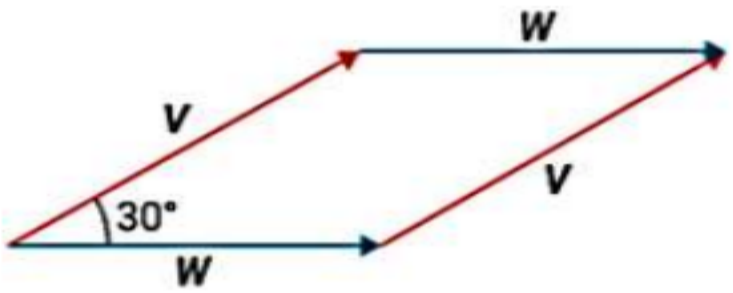
صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

3	احسب حاصل ضرب المتجهات	كتاب الطالب	23 -25

1- إذا كان: $\vec{V} = (2, 3)$ و $\vec{W} = (4, 1)$ والزاوية بينهما ($42°$) ، مـا $|\vec{V} \times \vec{W}|$ ؟

20 (a) 10 (b) 25 (c) 15 (d)

2- إذا كان الضرب الاتجاهي للمتجهين $\vec{V}$ و $\vec{W}$ يشكل متوازي أضلاع كما في الشكل المجاور، والزاوية بينهما ($30°$) حيث ($|\vec{V}| = |\vec{W}| = 5\ units$) ، مـا مساحة متوازي الأضلاع ؟



25 unit2 (a) 12.5 unit2(b)

5 unit2(c) 22 unit2 (d)

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

3	احسب حاصل ضرب المتجهات	كتاب الطالب	23 -25

3- يكون الضرب الاتجاهي له أقل قيمة (صفر) عندما يكون المتجهان ؟

متوازيان　　بينهما زاويه حاده　　بينهما زاويه منفرجه　　متعامدان

4- يكون الضرب الاتجاهي له اكبر قيمه عندما يكون المتجهان ؟

بنفس الاتجاه　　متعاكسان　　متوازيان　　متعامدان

5- يكون الضرب الاتجاهي مساويا للضرب القياسي عندما يكون المتجهان ؟

بنفس الاتجاه　　متعاكسان　　بينهما زاويه 45　　متعامدان

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

1) إذا كان المتجه $\vec{J} = (2.0\ ,\ 3.0, 4.0)$ والمتجه $\vec{L} = (4.0\ ,\ 2.0\ ,\ 3.0)$ في فضاء ثلاثي الأبعاد (xyz) وكان المتجه $\vec{D} = \vec{J} \times \vec{L}$ ، ما مقدار D_y ؟

-10 (a) +10 (b) -8.0 (c) +8.0 (d)

2 - إذا كان المتجه $\vec{A} = (1.0\ ,2.0, 3.0)$ والمتجه $\vec{B} = (2.0\ ,\ 3.0\ ,\ 4.0)$ في فضاء ثلاثي الأبعاد (xyz) وكان المتجه $\vec{D} = \vec{A} \times \vec{B}$ ، ما مقدار D_x ؟

- 1.0 (a) 4.0 (b) 8.0 (c) 17 (d)

3- متجهان $\vec{A}$ و $\vec{B}$ في الفضاء ، إذا كان ($\vec{A} \cdot \vec{B} = +9$ و $|\vec{A} \times \vec{B}| = +5$).

ما قياس الزاوية (θ) بين المتجهين ؟

331°(a) 209° (b) 151° (c) 29° (d)

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

الحركة في بعد واحد :- تعني الحركة على محور واحد ، افقيا على محور (x) أو رأسيا على محور (y) .

الميكانيكا :- قسم من أقسام الفيزياء يهتم بدراسة الحركة واسبابها .

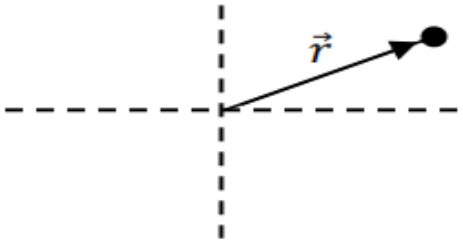
الكينماتيكا :- فرع من فروع الميكانيكا حيث يهتم بدراسة حركة الاجسام (الإزاحة ، السرعة ، العجلة) دون النظر الى اسبابها .

ملاحظة : يوجد عدة أنواع للحركة مثل حركة إنتقالية وحركة دورانية ، سوف نركز على الحركة الانتقالية

https://youtu.be/-SQk2oANj2E

5	تفسير حركة جسم ما من خلال الرسم البياني لموقعه وزمنه.	كتاب الطالب	34
		الشكل 2.2 & الشكل 2.3	34

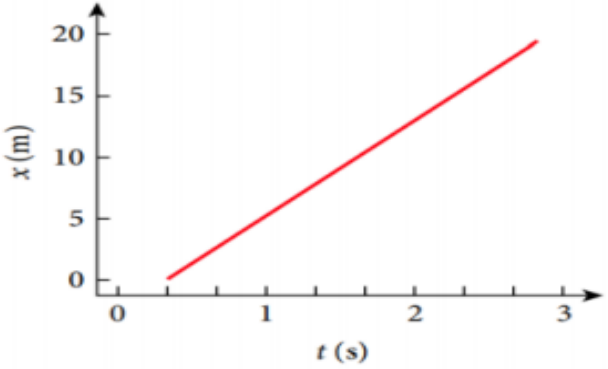
(2.2) متجه الموقع ومتجه الإزاحة والمسافة – صفحة (33)



متجه الموقع ($\vec{r}$) :- هو متجه بدايته نقطة الاصل ونهايته موقع الجسم .

تغير متجه الموقع بالنسبة للزمن : $\vec{r} = \vec{r}(t)$

تغير متجه الموقع بالنسبة للزمن : $x = x(t)$ (الحركة بالنسبة الى البعد الواحد)



التمثيل البياني للموقع :

https://youtu.be/yQvq5fiveAM

الشكل المجاور يمثل حركة سيارة على خط مستقيم ، حيث :

- المحور الأفقي : الزمن (t) وهو المتغير المستقل
- المحور الرأسي : الموقع(x) وهو المتغير التابع

الإزاحة : الفرق بين متجه الموقع النهائي ($\vec{r}_2$) ومتجه الموقع الابتدائي ($\vec{r}_1$)

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

- الازاحة (Δx) في بعد واحد(مركبة واحدة فقط) : $\Delta x = x_2 - x_1$
  قد تكون الازاحة موجبة أو سالبة

إتجاه الازاحة يكون: من الموقع الابتدائي (x_1) الى الموقع النهائي (x_2)

5	تفسير حركة جسم ما من خلال الرسم البياني لموقعه وزمنه.	كتاب الطالب	34
		الشكل 2.2 & الشكل 2.3	34

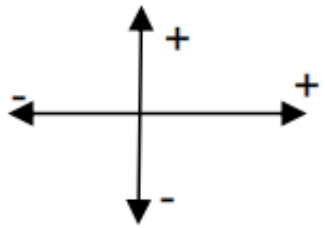
*حساب الإزاحة :- ويتم بطريقتين :-

1) بدلالة مواقع الحركة ، حيث :- الموقع الأبتدائي – الموقع النهائي = الإزاحة الكلية

$$\Delta X = X_f - X_i$$

*اتجاه الإزاحة يكون من الموقع الابتدائي الى الموقع النهائي .

2) بدلالة الإزاحات ، حيث :- الإزاحة الكلية = المجموع الإتجاهي للإزاحات (نعوض عن كل إزاحة مع الإشارة).



$$\Delta\vec{X} = \Delta\vec{x_1} + \Delta\vec{x_2}$$

المسافة (ℓ) :- الطول الفعلي للمسار ، وهي كمية قياسية (أي أنها موجبة دائما).

المسافة = مجموع القيم المطلقة للإزاحات

$$\ell = |\Delta x_1| + |\Delta x_2| + \cdots \ldots$$

almanahj.com/

5	تفسير حركة جسم ما من خلال الرسم البياني لموقعه وزمنه.	كتاب الطالب	34
		الشكل 2.2 & الشكل 2.3	34

مراجعة المفاهيم (2.2) صفحة (33): تقع غرفة نومك على بعد **0.25** كيلومترا من متجر الألبان ، فتسير من غرفتك ذاهبا الى متجر الألبان وعائدا منه . أي العبارات التالية **صواب** بالنسبة الى رحلتك ؟

a) تبلغ المسافة 0.50 كيلومترا والإزاحة 0.50 كيلومترا

b) تبلغ المسافة 0.50 كيلومترا والإزاحة 0.00 كيلومترا

https://youtu.be/tN9mApfd86I

c) تبلغ المسافة 0.00 كيلومترا والإزاحة 0.50 كيلومترا

d) تبلغ المسافة 0.00 كيلومترا والإزاحة 0.00 كيلومترا

مسألة محلولة (2.1) صفحة (35)]

تبلغ المسافة بين دي موين وآيوا سيتي 170.5 km بطول الطريق السريع 80. وكما يتضح من الخريطة (الشكل 2.4). أن الطريق خط مستقيم تقريبًا. وفي منتصف الطريق تقريبًا بين المدينتين. حيث يتقاطع 80 مع الطريق السريع US63. تقع مدينة مالكوم. التي تبعد 89.9 km عن دي موين.

المسألة] إذا قمنا بالقيادة من مالكوم إلى دي موين ثم انتقلنا إلى آيوا سيتي،فما المسافة الكلية والإزاحة الكلية لهذه الرحلة ؟

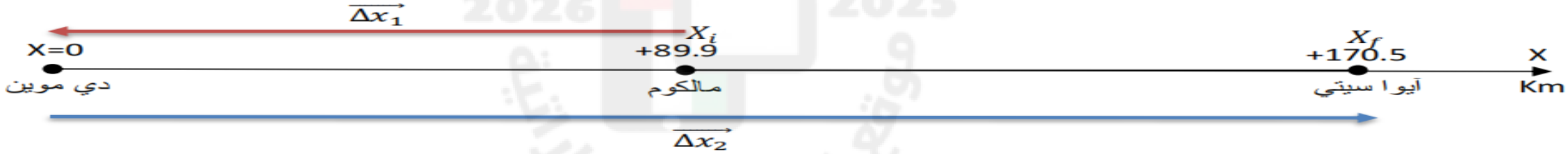
5	تفسير حركة جسم ما من خلال الرسم البياني لموقعه وزمنه.	كتاب الطالب	34
		الشكل 2.2 & الشكل 2.3	34

مسألة محلولة (2.1) صفحة (35)

تبلغ المسافة بين دي موين وآيوا سيتي 170.5 km بطول الطريق السريع 80. وكما يتضح من الخريطة (الشكل 2.4)، أن الطريق خط مستقيم تقريبًا. وفي منتصف الطريق تقريبًا بين المدينتين، حيث يتقاطع 80 مع الطريق السريع US63. تقع مدينة مالكوم، التي تبعد 89.9 km عن دي موين.

المسألة إذا قمنا بالقيادة من مالكوم إلى دي موين ثم انتقلنا إلى آيوا سيتي،فما المسافة الكلية والإزاحة الكلية لهذه الرحلة ؟

الحل)



https://youtu.be/tN9mApfd86I

*حساب الإزاحة الكلية (ΔX) :-

$$\Delta X = x_f - x_i$$

$$\Delta X = 170.5 - 89.9 = 80.6\ Km$$

طريقة أخرى لحساب الإزاحة الكلية :-

$$\Delta \vec{X} = \Delta \overrightarrow{x_1} + \Delta \overrightarrow{x_2}$$

$$\Delta X = -89.9 + 170.5 = 80.6\ Km$$

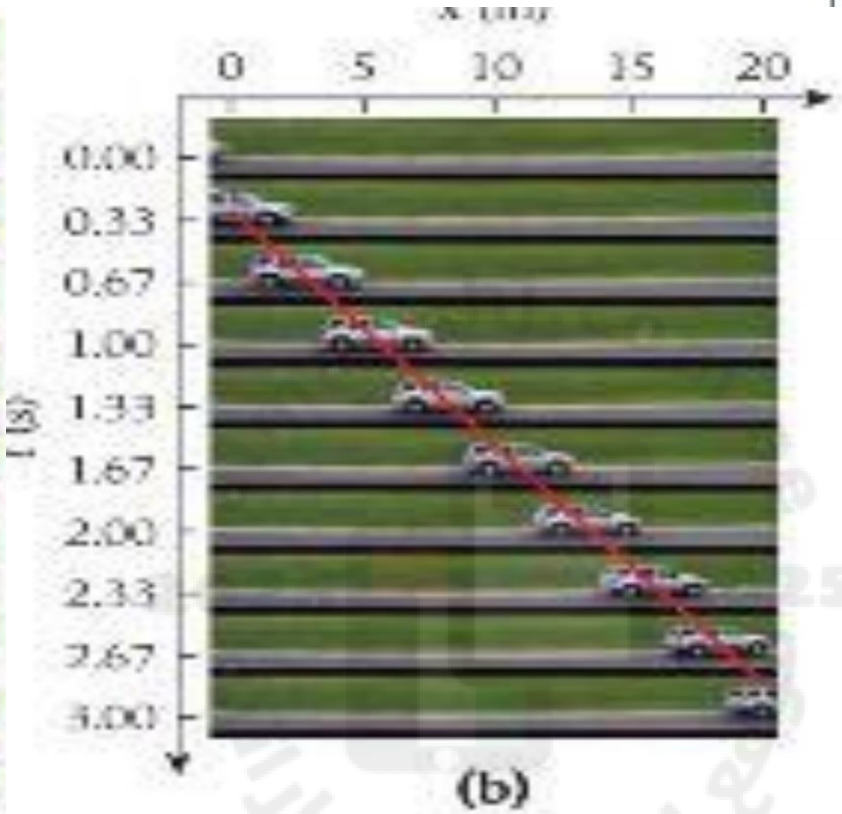
*حساب المسافة الكلية (ℓ) :-

$$\ell = |\Delta x_1| + |\Delta x_2|$$

$$\ell = 89.9 + 170.5 = 260.4\ Km$$

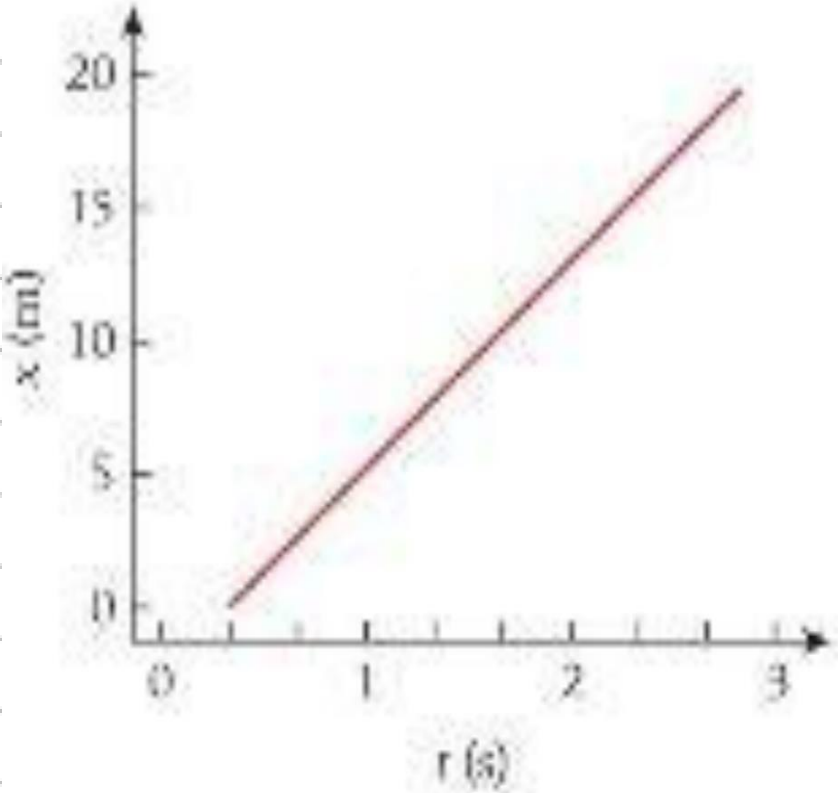
5 لتفسير حركة جسم ما من خلال الرسم البياني لموقعه وزمنه.

(a)



(b)

الشكل 2.2 (a) سلسلة صور من فيديو لسيارة متحركة التقطت كل $\frac{1}{3}$ ثانية. (b) السلسلة نفسها لكن مع نظام إحداثي وخط أحمر يصل بين مركز السيارة في الصور المتتابعة.



الشكل 2.3 التمثيل البياني نفسه للشكل 2.2b، لكن مع تدويره حتى يكون محور الزمن أفقيًا وبدون صور للسيارة.

x (m)

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

37 & 38	كتاب الطالب	فرق بين السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية. احسب السرعة اللحظية عند زمن محدد كمعدل تغير دالة الموضع وهو ميل دالة الموضع في الزمن المحدد. احسب السرعة المتوسطة	6
38	مثال 2.1		

الشكل 2.1 قطار سريع الحركة يمر بتقاطع على السكة الحديدية.

مراجعة المفاهيم 2.1

القطار في الشكل 2.1

a) تزداد سرعته.

b) تقل سرعته.

c) يتحرك بسرعة ثابتة.

d) يتحرك بمعدل لا يمكن تحديده من خلال الصورة.

https://youtu.be/0l23iHsX7Q4

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

6	فرق بين السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية. احسب السرعة اللحظية عند زمن محدد كمعدل تغير دالة الموضع وهو ميل دالة الموضع في الزمن المحدد. احسب السرعة المتوسطة	كتاب الطالب	37 & 38
		مثال 2.1	38

رقم (2.6) صفحة 59 : تسير سيارة بسرعة 22.0m/s شمالا لمدة 30.0min ثم عكست إتجاهها وسارت بسرعة 28.0m/s **لمدة** 15.0min . مـا إجمالي **إزاحة** السيارة ؟

(a $1.44 \times 10^4 m$ (b $6.48 \times 10^4 m$

(c $3.96 \times 10^4 m$ (d $9.98 \times 10^4 m$

رقم (2.10) صفحة 59 : تسير سيارة بسرعة 22.0 kph لمدة 15.0min وبسرعة 35.0 kph لمدة 30.0min . مـا إجمالي **المسافة** التي تقطعها ؟

(a 23.0km (b $3.70 \times 10^4 km$

(c $1.38 \times 10^3 km$ (d $3.30 \times 10^2 km$

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

6	فرق بين السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية. احسب السرعة اللحظية عند زمن محدد كمعدل تغير دالة الموضع وهو ميل دالة الموضع في الزمن المحدد. احسب السرعة المتوسطة	كتاب الطالب	37 & 38
		مثال 2.1	38

رقم (2.29) صفحة 61 : تسير سيارة ما في إتجاه الشمال بسرعة 30.0m/s لمدة 10.0min ثم تسير بعد ذلك في إتجاه الجنوب بسرعة 40.0m/s لمدة 20.0min . مـا إجمالي **المسافة** التي تقطعها السيارة و **إزاحتها** ؟

.....

.....

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

6	فرق بين السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية. احسب السرعة اللحظية عند زمن محدد كمعدل تغير دالة الموضع وهو ميل دالة الموضع في الزمن المحدد. احسب السرعة المتوسطة	كتاب الطالب	37 & 38
		مثال 2.1	38

مسألة محلولة (2.1) صفحة (35)

تبلغ المسافة بين دي موين وآيوا سيتي 170.5 km بطول الطريق السريع 80. وكما يتضح من الخريطة (الشكل 2.4). أن الطريق خط مستقيم تقريبًا. وفي منتصف الطريق تقريبًا بين المدينتين. حيث يتقاطع 80 مع الطريق السريع US63. تقع مدينة مالكوم. التي تبعد 89.9 km عن دي موين.

المسألة إذا قمنا بالقيادة من مالكوم إلى دي موين ثم انتقلنا إلى آيوا سيتي،فما المسافة الكلية والإزاحة الكلية لهذه الرحلة ؟

---

*حساب الإزاحة الكلية (ΔX) :-

$$\Delta X = x_f - x_i$$

$$\Delta X = 170.5 - 89.9 = 80.6\ Km$$

طريقة أخرى لحساب الإزاحة الكلية :-

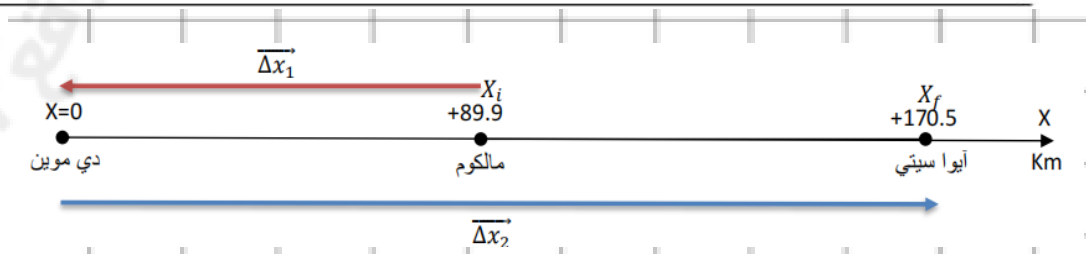
$$\Delta \vec{X} = \Delta \vec{x_1} + \Delta \vec{x_2}$$

$$\Delta X = -89.9 + 170.5 = 80.6\ Km$$

*حساب المسافة الكلية (ℓ) :-

$$\ell = |\Delta x_1| + |\Delta x_2|$$

$$\ell = 89.9 + 170.5 = 260.4\ Km$$

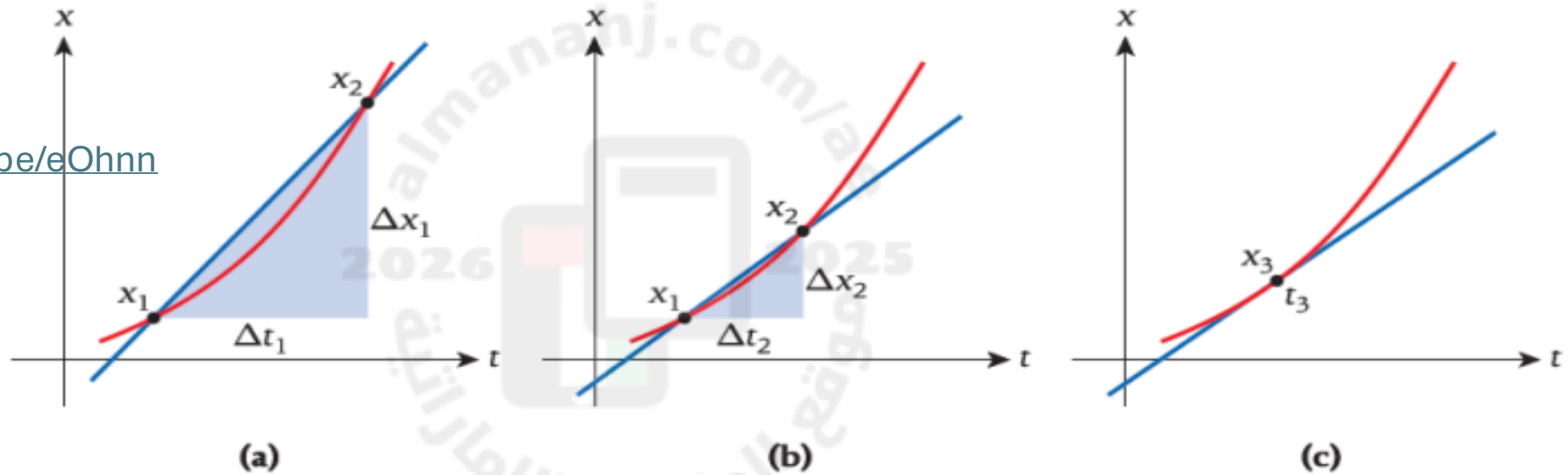


almanahj.com/ae
2026
2025
موقع المناهج الإماراتية

7	فرق بين التسارع المتوسط والتسارع اللحظي. حدد التسارع اللحظي لجسيم بمعلومية موقعه كدالة للزمن.	كتاب الطالب	40
		الشكل 2.10	40

**حساب السرعة المتجهة المتوسطة $(\bar{\vartheta}_x)$ والسرعة المتجهة اللحظية (ϑ_x) باستخدام التمثيلات البيانية لموقع الجسم (الإزاحة) بالنسبة للزمن :-

https://youtu.be/eOhnn7OpqHc

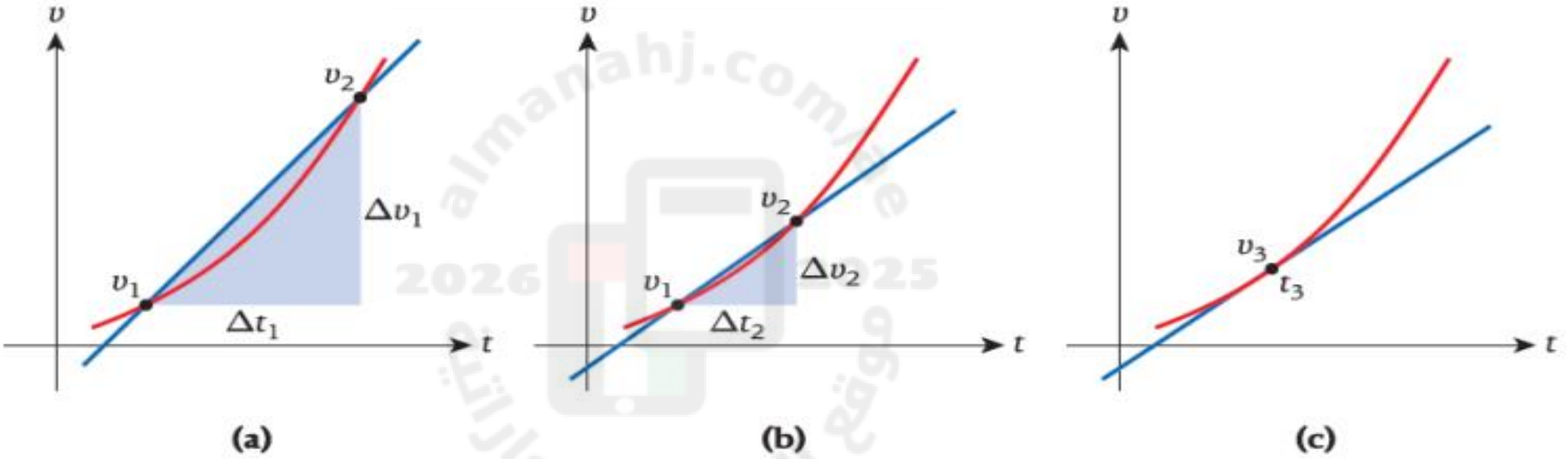


*في الشكلين (a) و (b) :-

السرعة المتجهة المتوسطة $(\bar{\vartheta}_x)$ = ميل القاطع

$$m = \bar{\vartheta}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

*حساب العجلة المتوسطة $(\bar{a}_x)$ والعجلة (a_x) باستخدام التمثيلات البيانية للسرعة بالنسة للزمن :-



*في الشكلين (a) و (b) :-

العجلة المتوسطة $(\bar{a}_x)$ = ميل القاطع

$$m = \bar{a}_x = \frac{\Delta \vartheta_x}{\Delta t} = \frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{t_2 - t_1}$$

*في الشكل (c) :-

العجلة (a_x) = ميل المماس

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

7	فرق بين التسارع المتوسط والتسارع اللحظي. حدد التسارع اللحظي لجسيم بمعلومية موقعه كدالة للزمن	40
	كتاب الطالب	40
	الشكل 2.10	40

مراجعة المفاهيم (2.4) صفحة (40) : تعرف **العجلة المتوسطة** بأنها :

a) التغير في الازاحة في فترة زمنية معينة

b) التغير في الموقع في فترة زمنية معينة

c) التغير في السرعة المتجهة في فترة زمنية معينة

d) التغير في السرعة في فترة زمنية معينة

مراجعة المفاهيم (2.5) صفحة (40) : عندما تقود سيارة على طريق مستقيم ، فقد تسير في الاتجاه الموجب أو السالب وربما تكون حركتك بعجلة موجبة أو عجلة سالبة . صل المجموعات التالية المكونة من السرعة المتجهة والعجلة بقائمة النتائج

a) سرعة متجهة موجبة . عجلة موجبة

b) سرعة متجهة موجبة . عجلة سالبة

c) سرعة متجهة سالبة. عجلة موجبة

d) سرعة متجهة سالبة . عجلة سالبة

1) تقليل السرعة في الاتجاه الموجب

2) زيادة السرعة في الاتجاه السالب

3) زيادة السرعة في الاتجاه الموجب

4) تقليل السرعة في الاتجاه السالب

مراجعة المفاهيم (2.6) صفحة (40) : من أمثلة الحركة في بعد واحد بعجلة ثابتة

a) حركة السيارة في سباق ناسكار

b) دوران الأرض حول الشمس

c) سقوط جسم ما سقوطا حرا

d) لا شيء مما سبق يصف الحركة في بعد واحد بعجلة ثابتة

https://youtu.be/U_dsSW0MRpQ

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

8 تحديد دوال الموضع والسرعة والتسارع التي يمكن استخدامها لوصف حركة جسم ذي اتجاه غير منتظم.
التسارع، قد تشمل هذه الدوال الدوال المثلثية، أو دوال القوة، أو دوال كثيرة الحدود، أو غيرها

*التكامل هو العملية العكسية للتفاضل.

- قاعدة التكامل $\int t^n dt = \frac{1}{n+1} t^{n+1} +$ ثابت
- تكامل لمعادلة السرعة المتجهة للحصول على الإزاحة $x(t) = x_0 + \int_{t_0}^{t} v_x(t`) dt`$
- تكامل لمعادلة العجلة المتجهة للحصول على السرعة المتجهة $v_x(t) = v_{x0} + \int_{t_0}^{t} a_x(t`) dt`$

2.49 تُحَدَّد السرعة المتجهة كدالة للزمن لسيارة في ألعاب مدينة الملاهي من العلاقة $v = At^2 + Bt$ مع الثوابت $A = 2.0\ m/s^3$ و $B = 1.0\ m/s^2$ فإذا انطلقت السيارة من نقطة الأصل، فما موقعها عند $t = 3.0\ s$؟

.....

.....

.....

.....

.....

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

8 تحديد دوال الموضع والسرعة والتسارع التي يمكن استخدامها لوصف حركة جسم ذي اتجاه غير منتظم.
التسارع، قد تشمل هذه الدوال الدوال المثلثية، أو دوال القوة، أو دوال كثيرة الحدود، أو غيرها

*التكامل هو العملية العكسية للتفاضل.

- **قاعدة التكامل** $\int t^n dt = \frac{1}{n+1} t^{n+1} +$ ثابت
- **تكامل لمعادلة السرعة المتجهة للحصول على الإزاحة** $x(t) = x_0 + \int_{t_0}^{t} v_x(t`) dt`$
- **تكامل لمعادلة العجلة المتجهة للحصول على السرعة المتجهة** $v_x(t) = v_{x0} + \int_{t_0}^{t} a_x(t`) dt`$

2.50 يبدأ جسم من وضع السكون وتُحَدَّد عجلته من العلاقة $a = Bt^2 - \frac{1}{2}Ct$. حيث $B = 2.0\ m/s^4$ و $C = -4.0\ m/s^3$.

a) فكم تكون السرعة المتجهة للجسم بعد 5.0 s؟

b) ما المسافة التي يتحركها الجسم بعد $t = 5.0\ s$؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

في ما يلي المعادلات الكينماتيكية الخمسة التي حصلنا عليها *للحالة الخاصة للحركة بعجلة ثابتة* (لو اعتبرنا أن الزمن الابتدائي عند $x = x_0$ و$v = v_{0x}$ يساوي 0):

$$x = x_0 + v_{x0}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \quad \text{(i)}$$

$$x = x_0 + \bar{v}_x t \quad \text{(ii)}$$

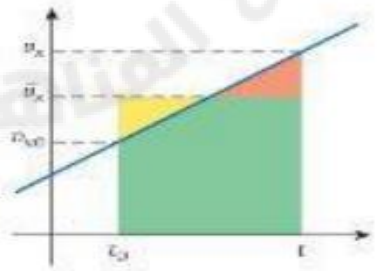
$$v_x = v_{x0} + a_x t \quad \text{(iii)}$$

$$\bar{v}_x = \frac{1}{2}(v_x + v_{x0}) \quad \text{(iv)}$$

$$v_x^2 = v_{x0}^2 + 2a_x(x - x_0) \quad \text{(v)}$$

(2.23)

تتيح لنا هذه المعادلات الخمس حل الكثير من أنواع مسائل الحركة في بُعد واحد بعجلة ثابتة. لكن، تذكر أنه إذا لم تكن العجلة ثابتة، فلن تُعطي هذه المعادلات الحلول الصحيحة.



الشكل 2.14 التمثيل البياني للسرعة المتجهة مقابل الزمن للحركة بعجلة ثابتة.

2.3 تسير سيارة غربًا بسرعة 20.0 m/s احسب السرعة المتجهة للسيارة بعد 3.00 s إذا كانت العجلة $1.0\ m/s^2$ إلى الغرب. افترض أن العجلة تظل ثابتةً.

a) 17.0 m/s غربًا
b) 17.0 m/s شرقًا
c) 23.0 m/s غربًا
d) 23.0 m/s شرقًا
e) 11.0 m/s جنوبًا

2.4 تسير سيارة غربًا بسرعة 20.0 m/s احسب السرعة المتجهة للسيارة بعد 37.00 s إذا كانت العجلة $1.0\ m/s^2$ إلى الشرق. افترض أن العجلة تظل ثابتةً.

a) 17.0 m/s غربًا
b) 17.0 m/s شرقًا
c) 23.0 m/s غربًا
d) 23.0 m/s شرقًا
e) 11.0 m/s جنوبًا

2.5 يتحرك إلكترون ما، بدءًا من وضع السكون وبعجلة ثابتة، ويقطع مسافة 1.0 cm في 2.0 ms ما مقدار هذه العجلة؟

a) $25\ km/s^2$
b) $20\ km/s^2$
c) $15\ km/s^2$
d) $10\ km/s^2$
e) $5.0\ km/s^2$

MR /MOHAMED SHAWKY

9	طبق في اتجاه الحركة، معادلات التسارع الثابت لربط التسارع والسرعة والموضع والزمن لجسم يتحرك بتسارع ثابت.	كتاب الطالب	43 & 44
	فسر الرسوم البيانية لحركة جسم يتحرك بتسارع ثابت	الشكل 2.14	44

$$x = x_0 + v_{x0}t + \frac{1}{2}a_x t^2$$

$$= x_0 + v_{x0}\left(\frac{v_x - v_{x0}}{a_x}\right) + \frac{1}{2}a_x\left(\frac{v_x - v_{x0}}{a_x}\right)^2$$

$$= x_0 + \frac{v_x v_{x0} - v_{x0}^2}{a_x} + \frac{1}{2}\frac{v_x^2 + v_{x0}^2 - 2v_x v_{x0}}{a_x}.$$

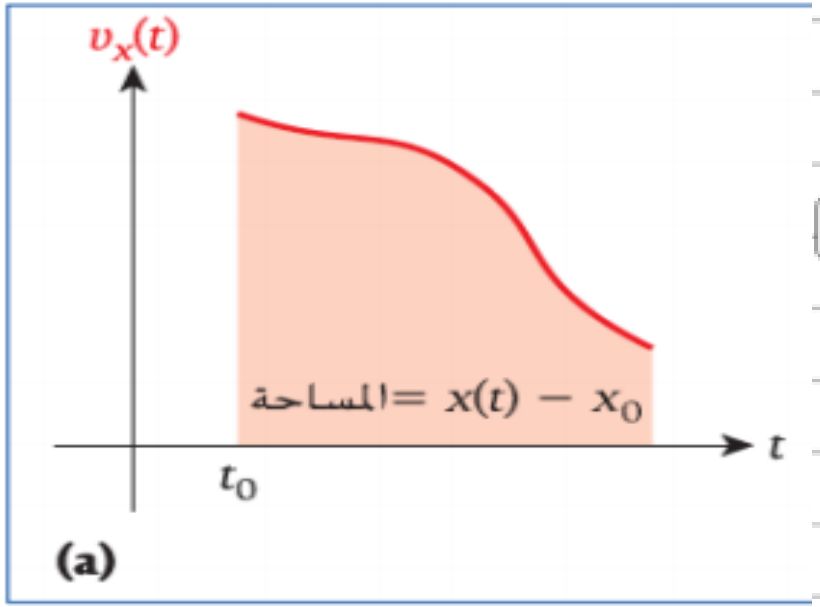
https://youtu.be/xPZ2sLfezWA

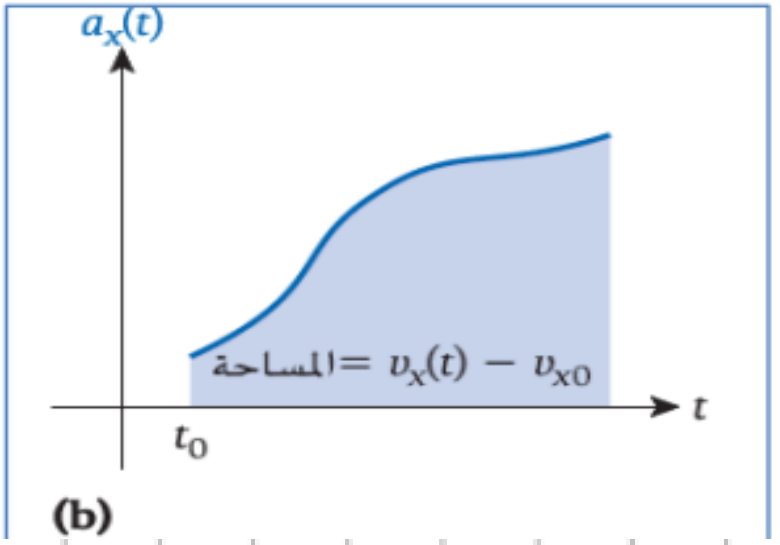
بعد ذلك، نطرح x_0 من طرفي المعادلة ثم نضرب في a_x:

$$a_x(x - x_0) = v_x v_{x0} - v_{x0}^2 + \frac{1}{2}(v_x^2 + v_{x0}^2 - 2v_x v_{x0})$$

$$\Rightarrow a_x(x - x_0) = \frac{1}{2}v_x^2 - \frac{1}{2}v_{x0}^2$$

$$\rightarrow v_x^2 = v_{x0}^2 + 2a_x(x - x_0).$$





*في الشكل (a) التمثيل البياني للسرعة المتجهة (ϑ_x) بدلالة الزمن (t) ، حيث:-

المساحة أسفل المنحني $= x(t) - x_0 = \Delta x$ (السرعة – الزمن)

*في الشكل (b) التمثيل البياني للعجلة (a_x) بدلالة الزمن (t) ، حيث:-

المساحة أسفل المنحني (العجلة – الزمن) $= \vartheta_x(t) - \vartheta_{x0} = \Delta\vartheta$

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

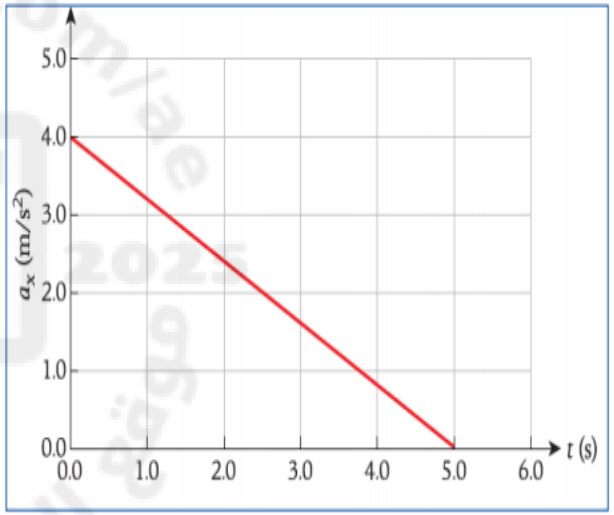
43 & 44	كتاب الطالب
44	الشكل 2.14

طبق في اتجاه الحركة، معادلات التسارع الثابت لربط التسارع والسرعة والموضع والزمن لجسم يتحرك بتسارع ثابت.

فسر الرسوم البيانية لحركة جسم يتحرك بتسارع ثابت

9

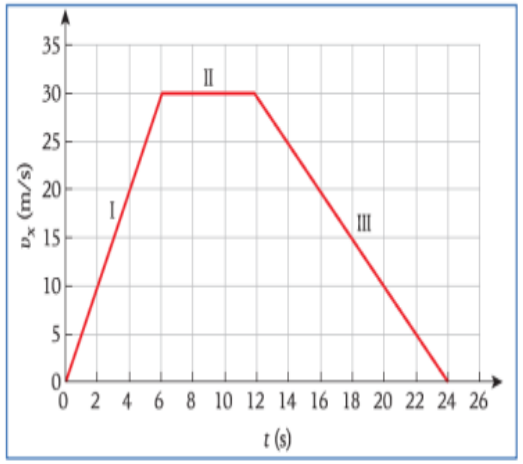
2.48 تتحرك سيارة في اتجاه x بعجلة a_x تختلف باختلاف الزمن كما هو موضح بالشكل. في اللحظة $t = 0.0\ s$، يكون موقع السيارة عند $x = 12\ m$ وسرعتها المتجهة $6.0\ m/s$ في اتجاه x الموجب. ما السرعة المتجهة للسيارة عند $t = 5.0\ s$؟



2.42 وجد أحد الطلاب الزملاء في بيانات الأداء الخاصة بسيارته الجديدة التمثيل البياني للسرعة المتجهة مقابل الزمن الموضَّح في الشكل.

a) أوجد متوسط عجلة السيارة أثناء كل من المقاطع I وII وIII.

b) ما إجمالي المسافة التي قطعتها السيارة من الزمن $t = 0\ s$ إلى $t = 24\ s$؟



https://youtu.be/DSaREIEcGqE

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

10	حدد أنه إذا كان الجسيم في حالة طيران حر (سواء لأعلى أو لأسفل) وإذا كان بإمكاننا إهمال تأثيرات الهواء على حركته، فإن الجسيم لديه تسارع ثابت لأسفل بمقدار g نعتبره 9.81 م/ث^2. فسر الرسوم البيانية لحركة الأجسام في حالة السقوط الحر	كتاب الطالب	50 -52
		مراجعة المفاهيم 2.7	51
		الشكل 2.24	52

السقوط الحر:- حركة الاجسام تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية فقط (أي باهمال مقاومة الهواء) . وتشمل :-

1) حركة جسم قذف رأسياً الى أعلى حيث تصبح سرعته صفراً ($\vartheta_y = 0.0$) عند أقصى ارتفاع يصل اليه .

2) حركة جسم ترك ليسقط رأسياً الى أسفل حيث تكون سرعته الابتدائية صفراً ($\vartheta_{yo} = 0.0$) .

3) تتحرك جميع الاجسام في السقوط الحر بعجلة ثابتة وهي عجلة الجاذبية الأرضية والتي تبلغ قيمتها بالقرب من سطح الأرض ($g = 9.81\ m/s^2$).

4) ترتطم الأجسام ذات الاحجام والكتل المختلفة بالأرض في الزمن نفسه ، إذا تم إسقاطها من الارتفاع نفسه (بإهمال مقاومة الهواء).

5) لحل مسائل السقوط الحر نستخدم نفس معادلات الحركة بعجلة ثابتة ، ولكن نستخدم (y) بدلا من (X) و $(-g)$ بدلا من (a_x) .

$$\text{(i)} \quad y = y_0 + v_{y0}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{(ii)} \quad y = y_0 + \overline{v}_y t$$

$$\text{(iii)} \quad v_y = v_{y0} - gt$$

$$\text{(iv)} \quad \overline{v}_y = \frac{1}{2}(v_y + v_{y0})$$

$$\text{(v)} \quad v_y^2 = v_{y0}^2 - 2g(y - y_0)$$

https://youtu.be/DSaRElEcGqE

مراجعة المفاهيم 2.7

يعد قذف الكرة لأعلى بشكل مستقيم في الهواء مثالًا على حركة السقوط الحر. في اللحظة التي تصل فيها الكرة إلى أقصى ارتفاع لها. أي من العبارات التالية يكون صوابًا؟

a) يشير متجه عجلة الكرة إلى أسفل ومتجه سرعتها المتجهة إلى أعلى.

b) تكون عجلة الكرة صفرًا ويشير متجه سرعتها المتجهة إلى أعلى.

c) يشير متجه عجلة الكرة إلى أعلى ومتجه سرعتها المتجهة إلى أعلى.

d) يشير متجه عجلة الكرة إلى أسفل وتكون سرعتها المتجهة صفرًا.

e) يشير متجه عجلة الكرة إلى أعلى وتكون سرعتها المتجهة صفرًا.

f) تكون عجلة الكرة صفرًا ويشير متجه سرعتها المتجهة إلى أسفل.

10	حدد أنه إذا كان الجسيم في حالة طيران حر (سواء لأعلى أو لأسفل) وإذا كان بإمكاننا إهمال تأثيرات الهواء على حركته، فإن الجسيم لديه تسارع ثابت لأسفل بمقدار g نعتبره 9.81 م/ث^2. فسر الرسوم البيانية لحركة الأجسام في حالة السقوط الحر	كتاب الطالب 50-52 مراجعة المفاهيم 2.7 51 الشكل 2.24 52

المسألة

إذا سقطت المسطرة المترية مسافة 0.20 m قبل أن تلتقطها، فكم يكون زمن تفاعلك؟

$$y = y_0 - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\rightarrow h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.20\ \text{m}}{9.81\ \text{m/s}^2}} = 0.20\ \text{s}$$

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

11	مثل متجه الموضع في صورة المركبة باستخدام إحداثيات ديكارتية ثلاثية الأبعاد. احسب مركبات متجه السرعة (v x, vy, vz) بواسطة المشتق الزمني لمتجه الموضع. احسب مركبات متجه التسارع (a x, ay, az) بواسطة المشتق الزمني لمتجه السرعة	كتاب الطالب	67 & 68

$$\vec{r} = (x, y, z) = x\hat{x} + y\hat{y} + z\hat{z}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x\hat{x} + y\hat{y} + z\hat{z}) = \frac{dx}{dt}\hat{x} + \frac{dy}{dt}\hat{y} + \frac{dz}{dt}\hat{z}.$$

$$\vec{v} = (v_x, v_y, v_z) = v_x\hat{x} + v_y\hat{y} + v_z\hat{z}.$$

$$v_x = \frac{dx}{dt}, \quad v_y = \frac{dy}{dt}, \quad v_z = \frac{dz}{dt}.$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\hat{x} + \frac{dv_y}{dt}\hat{y} + \frac{dv_z}{dt}\hat{z}.$$

الشكل 3.2 نظام إحداثي ديكارتي xyz باليد اليمنى.

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}, \quad a_y = \frac{dv_y}{dt}, \quad a_z = \frac{dv_z}{dt}.$$

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

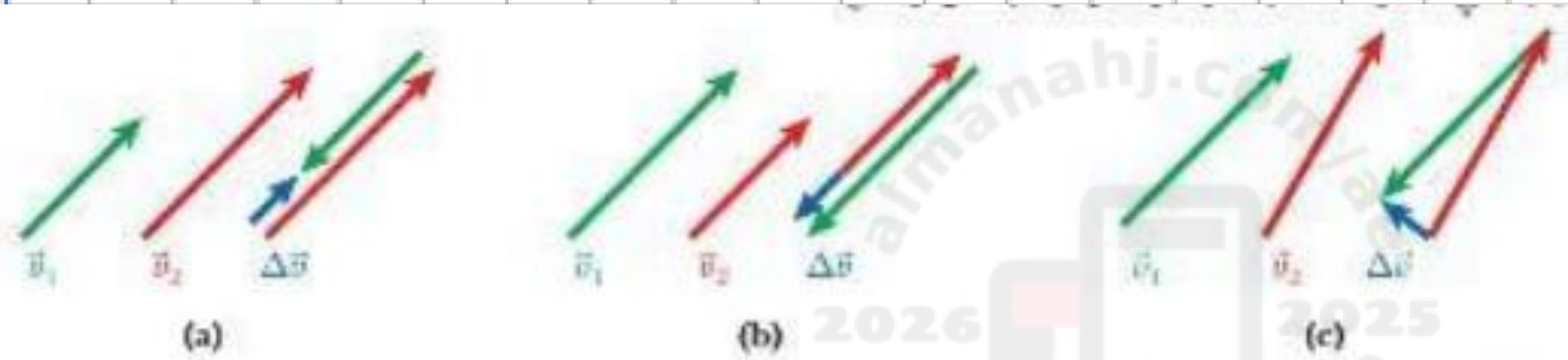
68	كتاب الطالب	12
68	الشكل 3.4	أدرك أنه في بعدين أو ثلاثة أبعاد، يبدأ متجه تسارع إذا تغير متجه سرعة الجسم في المقدار أو الاتجاه. احسب متوسط التسارع للأجسام التي تتغير سرعتها في المقدار أو الاتجاه

3.2 السرعة المتجهة والعجلة في بعدين أو ثلاثة أبعاد

مراجعة المفاهيم 3.1

في جميع الحالات الموضحة أدناه، يكون لمتجهي السرعة $\vec{v}_1$ و$\vec{v}_2$ المقول نفسه.
في أي حالة يكون لـ $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ القيمة المطلقة الأكبر؟

a) b) c) d) e) جميع الحالات متطابقة



الشكل 3.4 في الزمن t_1، يكون للجسيم السرعة المتجهة $\vec{v}_1$. في زمن لاحق t_2، يكون للجسيم السرعة المتجهة $\vec{v}_2$. نحسل على متوسط العجلة من خلال $\vec{a}_{ave} = \Delta\vec{v}/\Delta t = (\vec{v}_2 - \vec{v}_1)/(t_2 - t_1)$. (a) فاصل زمني مناسب مع $|\vec{v}_2| > |\vec{v}_1|$ مع وجود $\vec{v}_1$ و$\vec{v}_2$ في الاتجاه نفسه. (b) فاصل زمني مناسب مع $|\vec{v}_2| < |\vec{v}_1|$ مع وجود $\vec{v}_2$ و$\vec{v}_1$ في الاتجاه نفسه. (c) فاصل زمني مع $|\vec{v}_2| = |\vec{v}_1|$ ولكن مع وجود $\vec{v}_2$ في اتجاه مختلف عن $\vec{v}_1$.

$$\vec{a}_{ave} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

نفسه. تريد أن تصف حركة الطائرة بنظام إحداثي ثابت بالنسبة إلى الحاملة. بالرغم من أنّ الحاملة تتحرك. ويكمن السبب في أهمية ذلك في أنه من الضروري أن تسكن الطائرة *بالنسبة* إلى الحاملة في مكان ثابت على سطح الحاملة. يترتب على مناط الإسناد الذي ترتكز عليه لرؤية الحركة اختلاف كبير في كيفية وصفنا للحركة. مما يسبب تأثيرًا معروفًا باسم **السرعة المتجهة النسبية**.

تستلزم مناقشة الحركة النسبية أن يكون للنظامين الإحداثيين سرعة متجهة بالنسبة إلى بعضهما تكون ثابتة مع الزمن. وفي هذه الحالة. يمكن أن نثبت أنّ العجلتين المقيستين في كلا النظامين الإحداثيين متماثلتان:

من $v_{wt} = \text{const.} \Rightarrow dv_{wt}/dt = 0$ نحصل على: $v_{mt} = v_{mw} + v_{wt}$.

$$\frac{dv_{mt}}{dt} = \frac{d(v_{mw} + v_{wt})}{dt} = \frac{dv_{mw}}{dt} + \frac{dv_{wt}}{dt} = \frac{dv_{mw}}{dt} + 0$$

$$\Rightarrow a_{mt} = a_{mw} \quad (3.27)$$

لذلك. تكون العجلتان المقيستان في كلا النظامين الإحداثيين متساويتين تمامًا. هذا النوع من جمع السرعات المتجهة معروف أيضًا باسم **تحويل جاليليو**. قبل أن ننتقل إلى حالات ثنائية وثلاثية الأبعاد. لاحظ أن هذا النوع من التحويل صالح فقط للسرعات الصغيرة مقارنة بسرعة الضوء. بمجرد اقتراب السرعة من سرعة الضوء. يجب أن نستخدم تحويلًا مختلفًا. وهو ما سنناقشه بالتفصيل في الوحدة 13 الخاصة بنظرية النسبية.

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

94	كتاب الطالب
94	الشكل 4.4

14 اربط كتلة الجسم بوزنه.
حدد أن وزن الجسم (على الأرض) هو مقدار القوة المؤثرة على الجسم بسبب تفاعله التجاذبي مع الأرض، ويساوي القوة الكلية المطلوبة لمنع الجسم من السقوط الحر كما هو مقاس من الإطار المرجعي للأرض

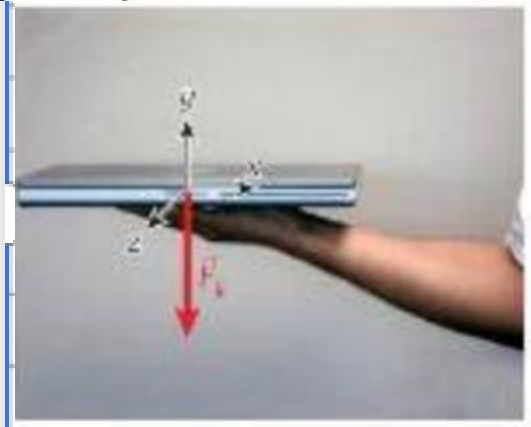
الوزن في مقابل الكتلة

قبل مناقشة القوى بمزيد من التفصيل، نحتاج إلى توضيح مفهوم الكتلة. تحت تأثير الجاذبية، يمتلك الجسم الوزن الذي يتناسب مع **كتلته**، وهي (بديهيًا) كمية المادة في الجسم. فهذا الوزن هو مقدار القوة التي تؤثر في جسم ما نتيجة لتفاعله الناتج عن الجاذبية مع الأرض (أو جسم آخر). وبالقرب من سطح الأرض، يكون مقدار هذه القوة هو $F_g = mg$، كما توضّح المعادلة 4.2. تُسمى الكتلة في هذه المعادلة أيضًا **كتلة الجاذبية** لتشير إلى مسؤوليتها عن التفاعل الناتج عن الجاذبية. ولكن الكتلة تلعب دورًا في الديناميكا كذلك.

نتعامل قوانين نيوتن للحركة، التي سنتناولها لاحقًا في هذه الوحدة، مع كتلة القصور. لفهم مفهوم كتلة القصور، فكّر في الأمثلة التالية: يُعدّ إلقاء كرة تنس أسهل بكثير من دفع الثلّاجة. كما أن سحب باب مصنوع من مواد خفيفة الوزن مثل باب مبطن بالفوم ومجلد بقشرة خشبية لفتحه أسهل من سحب باب مصنوع من مادة ثقيلة مثل الحديد. ويبدو أن الأجسام الأكثر ضخامة تقاوم تحريكها أكثر من الأجسام الأقل ضخامة. ويُطلق على خاصية الجسم هذه **كتلة القصور**. ولكن كتلة الجاذبية وكتلة القصور متماثلتان. لذا نُشير في معظم الأحيان إلى كتلة الجسم ببساطة.

$$F_g = mg.$$

$$1\ N = 1\ kg\ m/s^2$$



الشكل 4.4 متجه قوة الجاذبية المؤثر في كمبيوتر محمول، بالنسبة إلى النظام الإحداثي الديكارتي التقليدي باليد اليمنى.

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم
MR /MOHAMED SHAWKY

15

أوجد القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما كمجموع متجه لجميع القوى المؤثرة على الجسم.
أوجد المركبات الديكارتية للقوة المحصلة المؤثرة على جسم ما.
حدد القوة العمودية المؤثرة على جسم ما

القوّة العموديّة

تناولنا إلى الآن قوّة الجاذبيّة التي تؤثر في الكمبيوتر المحمول. ولكن هناك قوى أخرى تؤثر فيه كذلك. فما هي؟

في الشكل 4.6، يتم تمثيل القوة التي تبذلها اليد على الكمبيوتر المحمول بالسهم الأصفر المميز بالرمز $\vec{N}$ (نذكّر أنه يُشار إلى مقدار القوّة العموديّة بالحرف المائل *N*. بينما يُشار إلى وحدة القوة، النيوتن، بالحرف الروماني N). لاحظ أن مقدار المتجه $\vec{N}$ في الشكل يتساوى تمامًا مع مقدار المتجه $\vec{F}_g$ وأن المتجهين يتجهان في اتجاهين متضادين، أو $\vec{N} = -\vec{F}_g$. وهذه ليست مصادفة. سنرى قريبًا أنه لا توجد محصّلة قوة لجسم ما في وضع السكون. إذا قمنا بحساب محصّلة القوة التي تؤثر في الكمبيوتر المحمول، فسنلاحظ أن

$$\vec{F}_{net} = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = \vec{F}_g + \vec{N} = \vec{F}_g - \vec{F}_g = 0.$$

يمكننا تحديد *القوّة العموديّة* $\vec{N}$ بشكل عام كقوة تلامس تعمل على السطح بين جسمين. تتجه القوّة العموديّة دائمًا بشكل متعامد على مستوى سطح التلامس. (وهذا يعني أن اسم عمودية يعني "متعامدة"). تكون القوّة العموديّة كبيرة بدرجة لا تسمح للأجسام باختراق بعضها بعضًا كما أنها لا تكون بالضرورة متساوية مع قوة الجاذبية في جميع المواقف.

بالنسبة إلى اليد التي تحمل الكمبيوتر المحمول، فإن سطح التلامس بين اليد والكمبيوتر هو السطح السفلي للكمبيوتر، والذي يكون بمحاذاة المستوى الأفقي. وينبغي أن تتجه القوة العمودية، وفقًا لتعريفها، بشكل متعامد على هذا المستوى، أو رأسيًا إلى أعلى في هذه الحالة.

وتسهل مخططات الجسم الحر مهمة تحديد محصّلة القوة على الأجسام بشكل كبير.

مخططات الجسم الحر

لقد مثلنا التأثير الكامل لمتجه القوة $\vec{N}$ على اليد أثناء إمساكها للكمبيوتر المحمول. حيث لا نحتاج إلى التفكير في تأثير الذراع أو الشخص صاحب الذراع أو بقية الأشخاص من حولنا عندما نريد التفكير في القوى التي تؤثر في الكمبيوتر المحمول. يمكننا استبعاد كل ذلك من تفكيرنا، كما هو موضح في الشكل 4.7a.

نظرًا لأن القوى هي متجهات، فإنه يجب إضافتها إلى المتجهات، باستخدام الطرق المذكورة في الوحدة 1. ونعرّف **محصّلة القوّة** بأنها مجموع المتجهات لجميع متجهات القوة التي تؤثر في جسم ما:

$$\vec{F}_{net} = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots + \vec{F}_n. \quad (4.5)$$

يمكننا كتابة المركّبات الديكارتية لمحصّلة القوة باتباع قواعد جمع المتجهات باستخدام المركّبات كما يلي:

$$F_{net,x} = \sum_{i=1}^{n} F_{i,x} = F_{1,x} + F_{2,x} + \cdots + F_{n,x}$$

$$F_{net,y} = \sum_{i=1}^{n} F_{i,y} = F_{1,y} + F_{2,y} + \cdots + F_{n,y} \quad (4.6)$$

$$F_{net,z} = \sum_{i=1}^{n} F_{i,z} = F_{1,z} + F_{2,z} + \cdots + F_{n,z}.$$

الشكل 4.6 تؤثر قوة الجاذبية إلى أسفل وتؤثر القوة العمودية إلى أعلى وهي القوة التي تبذلها اليد التي تحمل الكمبيوتر المحمول.

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

15 أوجد القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما كمجموع متجه لجميع القوى المؤثرة على الجسم.
أوجد المركبات الديكارتية للقوة المحصلة المؤثرة على جسم ما.
حدد القوة العمودية المؤثرة على جسم ما

نظرًا لأن القوى هي متجهات، فإنه يجب إضافتها إلى المتجهات، باستخدام الطرق المذكورة في الوحدة 1. ونعرّف **محصّلة القوة** بأنها مجموع المتجهات لجميع متجهات القوة التي تؤثر في جسم ما:

$$\vec{F}_{\text{net}} = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots + \vec{F}_n. \quad (4.5)$$

يمكننا كتابة المركّبات الديكارتية لمحصّلة القوة باتباع قواعد جمع المتجهات باستخدام المركّبات كما يلي:

$$F_{\text{net},x} = \sum_{i=1}^{n} F_{i,x} = F_{1,x} + F_{2,x} + \cdots + F_{n,x}$$

$$F_{\text{net},y} = \sum_{i=1}^{n} F_{i,y} = F_{1,y} + F_{2,y} + \cdots + F_{n,y} \quad (4.6)$$

$$F_{\text{net},z} = \sum_{i=1}^{n} F_{i,z} = F_{1,z} + F_{2,z} + \cdots + F_{n,z}.$$

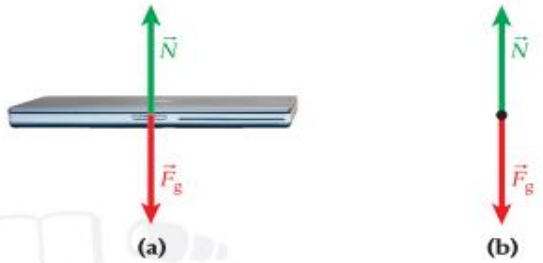
لنرجع مرة أخرى إلى مثال الكمبيوتر المحمول الذي تمسكه في يدك لاستكشاف مفهوم محصّلة القوة.

القوّة العمودِيّة

تناولنا إلى الآن قوّة الجاذبيّة التي تؤثر في الكمبيوتر المحمول. ولكن هناك قوى أخرى تؤثر فيه كذلك. فما هي؟

في الشكل 4.6، يتم تمثيل القوة التي تبذلها اليد على الكمبيوتر المحمول بالسهم الأصفر المميز بالرمز $\vec{N}$ (تذكّر أنه يُشار إلى مقدار القوّة العمودِيّة بالحرف المائل *N*، بينما يُشار إلى وحدة القوة، النيوتن، بالحرف الروماني N). لاحظ أن مقدار المتجه $\vec{N}$ في الشكل يتساوى تمامًا مع مقدار المتجه $\vec{F}_g$ وأن المتجهين يتجهان في اتجاهين متضادين، أو $\vec{N} = -\vec{F}_g$. وهذه ليست مصادفة. سنرى قريبًا أنه لا توجد محصّلة قوة لجسم ما في وضع السكون. إذا قمنا بحساب محصّلة القوة التي تؤثر في الكمبيوتر المحمول، فسنلاحظ أن

$$\vec{F}_{\text{net}} = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = \vec{F}_g + \vec{N} = \vec{F}_g - \vec{F}_g = 0.$$



الشكل 4.7 (a) قوى تؤثر في جسم حقيقي، كمبيوتر محمول (b) تجريد الجسم ليصبح جسمًا حرًا يتأثر بقوتين.

يمكننا تحديد *القوّة العمودِيّة* $\vec{N}$ بشكل عام كقوة تلامس تعمل على السطح بين جسمين. تتجه القوّة العمودِيّة دائمًا بشكل متعامد على مستوى سطح التلامس. (وهذا يعني أن اسم عمودية يعني "متعامدة"). تكون القوّة العمودِيّة كبيرة بدرجة لا تسمح للأجسام باختراق بعضها بعضًا كما أنها لا تكون بالضرورة متساوية مع قوة الجاذبية في جميع المواقف.

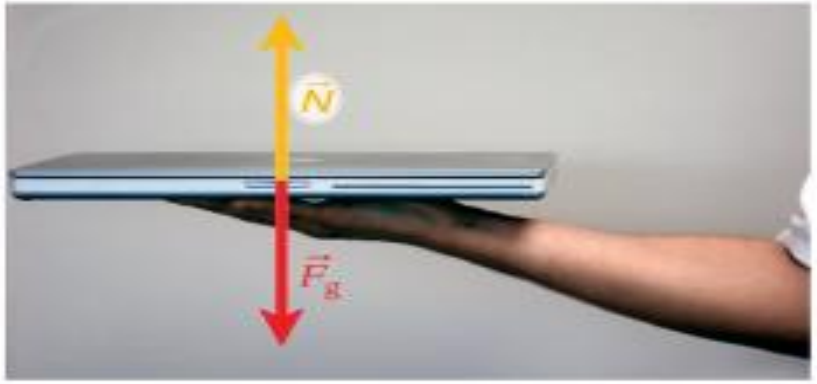
بالنسبة إلى اليد التي تحمل الكمبيوتر المحمول، فإن سطح التلامس بين اليد والكمبيوتر هو السطح السفلي للكمبيوتر، والذي يكون بمحاذاة المستوى الأفقي. وينبغي أن تتجه القوة العمودية، وفقًا لتعريفها، بشكل متعامد على هذا المستوى، أو رأسيًا إلى أعلى في هذه الحالة.

وتسهل مخططات الجسم الحر مهمة تحديد محصّلة القوة على الأجسام بشكل كبير.

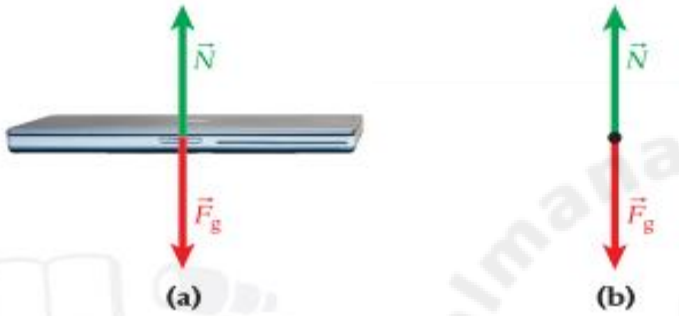
مخططات الجسم الحر

لقد مثلنا التأثير الكامل لمتجه القوة $\vec{N}$ على اليد أثناء إمساكها للكمبيوتر المحمول، حيث لا نحتاج إلى التفكير في تأثير الذراع أو الشخص صاحب الذراع أو بقية الأشخاص من حولنا عندما نريد التفكير في القوى التي تؤثر في الكمبيوتر المحمول. يمكننا استبعاد كل ذلك من تفكيرنا، كما هو موضح في الشكل 4.7a.

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم
MR /MOHAMED SHAWKY



الشكل 4.6 تؤثر قوة الجاذبية إلى أسفل وتؤثر القوة العمودية إلى أعلى وهي القوة التي تبذلها اليد التي تحمل الكمبيوتر المحمول.



الشكل 4.7 (a) قوى تؤثر في جسم حقيقي، كمبيوتر محمول (b) تجريد الجسم ليصبح جسمًا حرًا يتأثر بقوتين.

مخططات الجسم الحر

لقد مثلنا التأثير الكامل لمتجه القوة $\vec{N}$ على اليد أثناء إمساكها للكمبيوتر المحمول، حيث لا نحتاج إلى التفكير في تأثير الذراع أو الشخص صاحب الذراع أو بقية الأشخاص من حولنا عندما نريد التفكير في القوى التي تؤثر في الكمبيوتر المحمول. يمكننا استبعاد كل ذلك من تفكيرنا، كما هو موضح في الشكل 4.7a.

القوّة العموديّة

تناولنا إلى الآن قوّة الجاذبيّة التي تؤثر في الكمبيوتر المحمول. ولكن هناك قوى أخرى تؤثر فيه كذلك. فما هي؟

في الشكل 4.6، يتم تمثيل القوة التي تبذلها اليد على الكمبيوتر المحمول بالسهم الأصفر المميز بالرمز $\vec{N}$ (تذكّر أنه يُشار إلى مقدار القوّة العموديّة بالحرف المائل *N*. بينما يُشار إلى وحدة القوة، النيوتن، بالحرف الروماني N). لاحظ أن مقدار المتجه $\vec{N}$ في الشكل يتساوى تمامًا مع مقدار المتجه $\vec{F}_g$ وأن المتجهين يتجهان في اتجاهين متضادين، أو $\vec{N} = -\vec{F}_g$. وهذه ليست مصادفة. سنرى قريبًا أنه لا توجد محصّلة قوة لجسم ما في وضع السكون. إذا قمنا بحساب محصّلة القوة التي تؤثر في الكمبيوتر المحمول، فسنلاحظ أن

$$\vec{F}_{net} = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i = \vec{F}_g + \vec{N} = \vec{F}_g - \vec{F}_g = 0.$$

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم
MR /MOHAMED SHAWKY

قانون نيوتن الأول:

إذا كانت محصّلة القوة المؤثرة في جسم ما تساوي صفرًا، فسيظل الجسم في وضع السكون إذا كان في وضع السكون أساسًا. وإذا كان متحركًا، فسيظل متحركًا في خط مستقيم بالسرعة المتجهة الثابتة نفسها.

قانون نيوتن الأول

أفادت المناقشة السابقة لمحصّلة القوة أنه يُشترط أن تساوي محصّلة القوة الخارجية صفرًا ليبقى الجسم في وضع السكون. يمكننا استخدام هذه الحالة لإيجاد مقدار أي قوى غير معروفة واتجاهها في المسألة. بمعنى، إذا كنا نعرف أن ثمة جسمًا في وضع السكون ونعرف قوة وزنه، فيمكننا استخدام الحالة $\vec{F}_{net} = 0$ لإيجاد القوى الأخرى المؤثرة في الجسم. يؤدي هذا النوع من التحليل إلى ثبات مقدار القوة $\vec{N}$ الواردة في مثال الكمبيوتر المحمول واتجاهها في وضع السكون.

السيارة، فستتحرك. ولكن بمجرد أن تتوقف عن دفعها، ستنخفض سرعة السيارة ثم تتوقف. يتضح أنه ما دمت تدفع السيارة، فستسير بسرعة متجهة ثابتة، ولكن بمجرد أن تتوقف عن بذل قوة عليها، ستتوقف عن الحركة. إن فكرة ضرورة وجود قوة ثابتة لتحريك جسم بسرعة ثابتة كانت وجهة نظر أرسطية. وضعها الفيلسوف اليوناني القديم أرسطو (322–384 قبل الميلاد) وطلابه. واقترح جاليليو (1564–1642) قانون القصور الذاتي وقدم نظرية تفيد بأن الأجسام المتحركة تقل سرعتها نتيجة الاحتكاك. يستند قانون نيوتن الأول إلى قانون القصور الذاتي هذا.

ماذا عن السيارة التي تقل سرعتها بمجرد توقفك عن دفعها؟ لا يمثل هذا الموقف حالة تساوي محصّلة القوة فيها صفرًا. ولكن ثمة قوة تؤثر في السيارة لتقليل سرعتها، وهي قوة الاحتكاك. نظرًا لأن قوة الاحتكاك تعمل كمحصّلة قوة غير صفرية، يتضح أن مثال السيارة التي تقل سرعتها لا يمثل قانون نيوتن الأول، بل قانون نيوتن الثاني. ستتعرف على المزيد عن قوة الاحتكاك لاحقًا في هذه الوحدة.

يُطلق أحيانًا على قانون نيوتن الأول: *قانون القصور الذاتي*. لقد عرفنا كتلة القصور الذاتي سابقًا (القسم 4.2). وأشار التعريف إلى أن القصور الذاتي هو مقاومة الجسم للتغير في حركته. وفي ما يلي نص قانون نيوتن الأول: لتغيير حركة جسم ما، تحتاج إلى التأثير بمحصلة قوة خارجية غير: إذ لن تتغير الحركة من تلقاء نفسها، سواء من حيث المقدار أو الاتجاه.

يمكننا استخدام طريقة التفكير هذه كمبدأ عام: إذا كان الجسم 1 يستقر على الجسم 2، فإن القوة العمودية $\vec{N}$ التي تعادل وزن الجسم تبقي الجسم 1 ثابتًا. لذلك تكون محصّلة القوة المؤثرة في الجسم 1 هي صفر. إذا كانت $\vec{N}$ أكبر من وزن الجسم، فسيحلق الجسم 1 في الهواء. إذا كانت $\vec{N}$ أصغر من وزن الجسم، فسيدخل الجسم 1 في الجسم 2.

ينص قانون نيوتن الأول على أنه ثمة حالتان محتملتان للجسم عندما لا تؤثر فيه محصّلة قوة: يقال إن الجسم الثابت في حالة **اتزان سكوني**، ويقال إن الجسم المتحرك بسرعة متجهة ثابتة في حالة **اتزان ديناميكي**.

قبل المتابعة، من الضروري أن نذكر أن المعادلة $\vec{F}_{net} = 0$ بوصفها حالة الاتزان السكوني تمثل فعليًا معادلة واحدة لكل بُعد من أبعاد الفضاء الإحداثي الذي ندرسه. ومن ثم، تكون لدينا ثلاث حالات اتزان مستقلة في الفضاء ثلاثي الأبعاد:

$$F_{net,x} = \sum_{i=1}^{n} F_{i,x} = F_{1,x} + F_{2,x} + \cdots + F_{n,x} = 0$$

$$F_{net,y} = \sum_{i=1}^{n} F_{i,y} = F_{1,y} + F_{2,y} + \cdots + F_{n,y} = 0$$

$$F_{net,z} = \sum_{i=1}^{n} F_{i,z} = F_{1,z} + F_{2,z} + \cdots + F_{n,z} = 0.$$

إلا أن قانون نيوتن الأول يتناول كذلك الحالة التي يكون فيها الجسم متحركًا بالفعل بالنسبة إلى إطار مرجعي معين. بالنسبة إلى هذه الحالة، ينص القانون على أن العجلة تكون صفرًا. شريطة أن تكون محصّلة القوة الخارجية صفرًا. وقد زعمت فكرة نيوتن المجردة أمرًا بدا حينها مناقضًا للتجارب اليومية. واليوم تتمتع

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

هذه الصيغة $F = ma$. هي ثاني أشهر معادلة في تاريخ الفيزياء. (وسنتناول المعادلة الأشهر $E = mc^2$ لاحقًا في هذا الكتاب). توضّح المعادلة 4.7 أن مقدار عجلة الجسم يتناسب مع مقدار محصّلة القوة الخارجية التي تؤثر فيه. كما تدل على أنه بالنسبة إلى قوة خارجية محددة، يتناسب مقدار العجلة عكسيًا مع كتلة الجسم. ومع تساوي جميع العوامل، يكون تسارع الأجسام ذات الكتلة الأكبر أصعب من تسارع الأجسام ذات الكتلة الأقل.

ولكن، تدلنا المعادلة 4.7 على المزيد، نظرًا لأنها معادلة متجهة. وتفيد بأن متجه العجلة الذي يتأثر به الجسم الذي تساوي كتلته m يكون في اتجاه متجه محصّلة القوة الخارجية نفسه الذي يؤثر في الجسم لإحداث هذه العجلة. ونظرًا لأنها معادلة متجهة، يمكننا كتابة معادلات مركّبات الحيز الثلاثة مباشرة:

$$F_{\text{net},x} = ma_x, \quad F_{\text{net},y} = ma_y, \quad F_{\text{net},z} = ma_z.$$

تعني هذه النتيجة أن $F = ma$ تسري بشكل مستقل على كل مركّبة من مُركّبات متجهي القوة والعجلة.

قانون نيوتن الثالث

إذا سبق لك وركبت لوح تزلج، فمن المؤكد أنك لاحظت ما يلي: إذا كنت تقف في وضع السكون على لوح التزلج، ثم وقفت بإحدى قدميك فوق مقدمة اللوح أو مؤخرته، فسيرتفع لوح التزلج في الاتجاه المعاكس. أثناء الوقوف بقدمك عليه، يبذل لوح التزلج قوة على قدمك، وتبذل قدمك قوة على لوح التزلج. يبدو أن هذه التجربة توحي بأن هاتين القوتين تسيران في اتجاهين متضادين، كما تقدم مثالًا واحدًا على حقيقة عامة، منصوص عليها في قانون نيوتن الثالث.

قانون نيوتن الثالث:

القوتان اللتان يؤثر بهما جسمان متفاعلان بعضهما في بعض تكونان دائمًا متساويتَين تمامًا في المقدار ومتضادتَين في الاتجاه:

$$\vec{F}_{1\to 2} = -\vec{F}_{2\to 1}. \tag{4.8}$$

لاحظ أن هاتين القوتين لا تؤثران في الجسم نفسه لكنهما القوتان اللتان يؤثر بهما الجسمان في بعضهما.

ويبدو أن قانون نيوتن الثالث يقدم تناقضًا. على سبيل المثال، إذا كان ثمة حصان يسحب عربة إلى الأمام بالقوة نفسها التي تسحب بها العربة الحصان إلى الخلف، فكيف يتحرك الحصان والعربة إلى أي مكان؟ تكمن الإجابة في أن هاتين القوتين تؤثران في جسمين مختلفين في النظام. فالعربة تتعرض للسحب من الحصان وتتحرك إلى الأمام. والحصان يشعر بسحب من العربة ويضغط على الأرض بقدميه بما يكفي للتغلب على هذه القوة والتحرك إلى الأمام. إن مخطط الجسم الحر لجسم ما لا يوضح إلا أحد زوجي قوتي الفعل ورد الفعل.

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم
MR /MOHAMED SHAWKY

النتيجة

$$T + T - mg = 0$$
$$\Rightarrow T = \tfrac{1}{2}mg = \tfrac{1}{2}(55\ \text{kg})(9.81\ \text{m/s}^2) = 270\ \text{N}.$$

المسألة 2

إذا كان الحبلان متصلين بحيث يشكلان زاوية $\theta = 45°$ مع السقف، (الشكل 4.10c). فما الشد في كل حبل؟

الحل 2

في هذا الجزء، تؤثر القوى في الاتجاهين x وy. سنتعامل وفقًا لزاوية عامة ثم نعوض بالزاوية المحددة، $\theta = 45°$، في النهاية.

في الاتجاه x، في حالة الاتزان يكون:

$$\sum_i F_{x,i} = T_1 \cos\theta - T_2 \cos\theta = 0.$$

في الاتجاه y، في حالة الاتزان يكون:

$$\sum_i F_{y,i} = T_1 \sin\theta + T_2 \sin\theta - mg = 0.$$

من معادلة الاتجاه x، نحصل مجددًا على $T_1 = T_2 \equiv T$، ومن معادلة الاتجاه y، نحصل على:

$$2T \sin\theta - mg = 0 \Rightarrow T = \frac{mg}{2\sin\theta}.$$

عند التعويض بالأرقام، نحصل على مقدار الشد في كل حبل:

$$T = \frac{(55\ \text{kg})(9.81\ \text{m/s}^2)}{2\sin 45°} = 382\ \text{N}.$$

المسألة 3

كيف يتغير الشد في الحبلين عندما تصبح الزاوية θ بين السقف والحبلين أصغر فأصغر؟

الحل 3

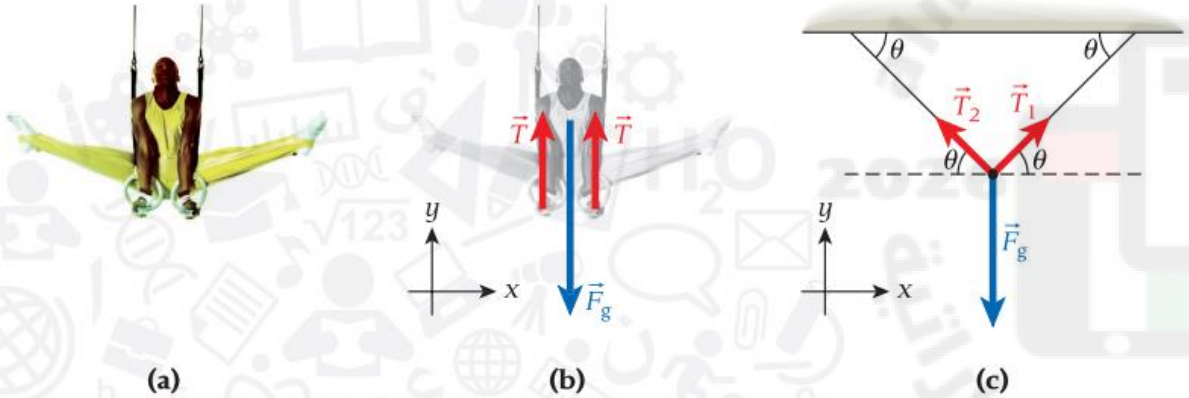
عندما تصبح الزاوية θ بين السقف والحبلين أصغر، يصبح مقدار الشد بين الحبلين، $T = mg/2\sin\theta$، أكبر. عندما تقترب قيمة θ من الصفر، يُصبح الشد أكبر بصورة غير محدودة. في الواقع، لا يمتلك لاعب الجمباز إلا قوة محدودة بالطبع ولا يمكنه الثبات في وضعه بزوايا صغيرة.

مثال 4.2 الحلقات الثابتة

لاعب جمباز كتلته 55 kg يتدلى رأسيًا من زوجين من الحلقات المتوازية (الشكل 4.10a).

المسألة 1

إذا كانت الحبال الداعمة للحلقات رأسية ومتصلة بالسقف الذي يعلوها مباشرة، فما مقدار الشد في كل حبل؟



الشكل 4.10 (a) حلقات ثابتة في جمباز الرجال. (b) مخطط الجسم الحر للمسألة 1. (c) مخطط الجسم الحر للمسألة 2.

الحل 1

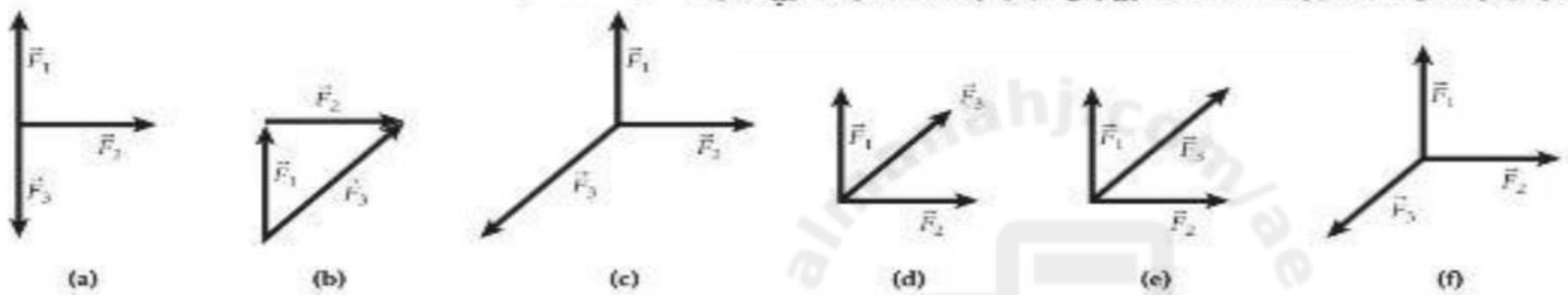
في هذا المثال، نحدد الاتجاه x بأنه الأفقي والاتجاه y بأنه الرأسي. يوضح الشكل 4.10b مخطط الجسم الحر. وحاليًا، لا توجد قوى في الاتجاه x. بينما في اتجاه y، لدينا $\sum_i F_{y,i} = T_1 + T_2 - mg = 0$. نظرًا لأن كلا الحبلين يدعم لاعب الجمباز بالتساوي، فإن مقدار الشد يجب أن يكون متساويًا في الحبلين، $T_1 = T_2 \equiv T$. وتكون النتيجة

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم
MR /MOHAMED SHAWKY

19	اشرح أنه يقال إن قوة الشد تسحب طرفي الحبل (أو جسمًا يشبه الحبل) عندما يكون الحبل مشدودًا. طبق قوانين نيوتن على الأنظمة التي تحتوي على أوتار وأنظمة بكرات.	كتاب الطالب	99 & 100
		مثال 4.2	101

مراجعة المفاهيم 4.2

اختر مجموعة من ثلاثة متجهات متحدة المستوى ينتج مجموعها محصّلة قوة تساوي صفرًا. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$



صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

108 - 109	كتاب الطالب	التمييز بين الاحتكاك الساكن والاحتكاك الحركي. اربط مقدار قوى الاحتكاك الساكنة أو الديناميكية بمقدار القوة العمودية من خلال معامل الاحتكاك الساكن أو الحركي	20

التمييز بين الاحتكاك الساكن والاحتكاك الحركي 20.
اربط مقدار قوى الاحتكاك 109-108كتاب الطالب
الساكنة أو الديناميكية بمقدار القوة العمودية من خلال
معامل الاحتكاك الساكن أو الحركي

- إذا كان جسم ما ساكنًا، فسيتطلب الأمر قوة خارجية بمقدار حدي معين وتؤثر بشكل موازٍ لسطح التلامس بين الجسم والسطح للتغلب على قوة الاحتكاك وتحريك الجسم.
- وتكون قوة الاحتكاك التي يجب التغلب عليها لجعل جسم ساكن يتحرك أكبر من قوة الاحتكاك التي يجب التغلب عليها لإبقاء الجسم يتحرك بسرعة متجهة ثابتة.
- ويتناسب مقدار قوة الاحتكاك المؤثرة في جسم متحرك مع مقدار القوة العمودية.
- لا تعتمد قوة الاحتكاك على حجم منطقة التلامس بين الجسم والسطح.
- تعتمد قوة الاحتكاك على خشونة الأسطح؛ بمعنى أن السطح البيني الأكثر نعومة يوفر قوة احتكاك أقل من السطح البيني الأكثر خشونة بشكلٍ عام.
- لا تعتمد قوة الاحتكاك على السرعة المتجهة للجسم.

لاحتكاك الحركي

كن تلخيص الملاحظات العامة السابقة في الصيغة التقريبية التالية لمقدار قوة الاحتكاك الحركي، f_k:

$$f_k = \mu_k N. \quad (4.10)$$

ثل N هنا مقدار القوة العمودية ويمثل μ_k **معامل الاحتكاك الحركي**. ويكون هذا عامل أقل من أو يساوي الصفر دائمًا. (تتطابق الحالة التي يكون فيها $\mu_k = 0$ مع التقدير تقريبي عدم الاحتكاك. غير أنه عمليًا، لا يمكن تحقيق ذلك بشكل دقيق أبدًا). في جميع حالات تقريبًا، يكون μ_k أيضًا أقل من 1. (ورغم ذلك، تمتلك بعض أسطح الإطارات الخاصة ستخدمة في سباقات السيارات معامل احتكاك مع الطريق يمكن أن يتجاوز 1 بدرجة كبيرة). ظهر بعض المعاملات التمثيلية للاحتكاك الحركي في الجدول 4.1.

لا تُعد هذه العبارات حول الاحتكاك مبادئ كقوانين نيوتن. بدلًا من ذلك، فإنها تمثل ملاحظات عامة استنادًا إلى التجارب. على سبيل المثال، قد تعتقد أن تلامس سطحين أملسين للغاية سينتج عنه احتكاك ضعيف جدًا. إلا أنه في بعض الحالات، تلتحم الأسطح الملساء تمامًا في الواقع معًا كلحام على البارد. وتستمر التحقيقات حول طبيعة الاحتكاك وأسبابه، كما سنتناول ذلك لاحقًا في هذا القسم.

من هذه النتائج، من الواضح أننا بحاجة إلى التمييز بين الحالة التي يكون فيها الجسم ساكنًا بالنسبة إلى سطحه الداعم (احتكاك سكوني) والحالة التي يكون فيها الجسم متحركًا على السطح (احتكاك حركي). يُعد التعامل مع الحالة التي يكون فيها الجسم متحركًا على السطح أسهل، ولذلك سنتناول الاحتكاك الحركي أولًا.

MR /MOHAMED SHAWKY
صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

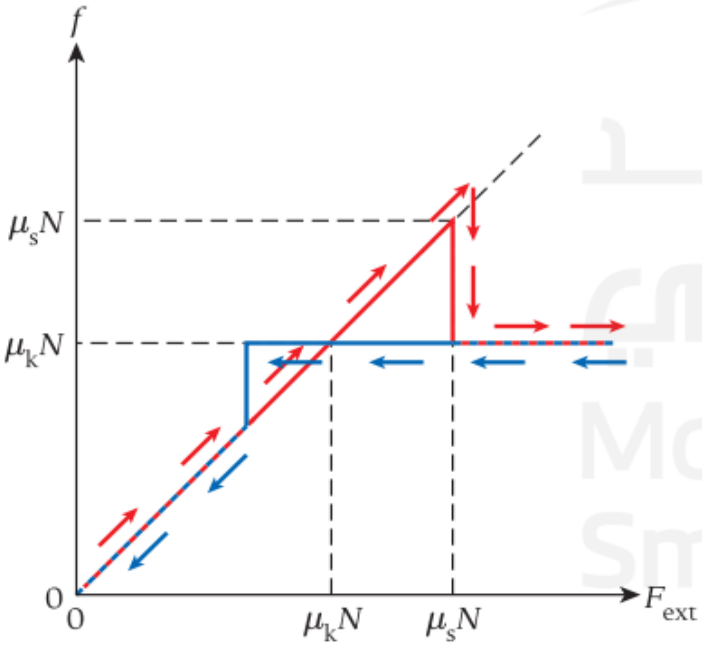
20	التمييز بين الاحتكاك الساكن والاحتكاك الحركي. اربط مقدار قوى الاحتكاك الساكنة أو الديناميكية بمقدار القوة العمودية من خلال معامل الاحتكاك الساكن أو الحركي	كتاب الطالب	108 - 109

20 التمييز بين الاحتكاك الساكن والاحتكاك الحركي.
اربط مقدار قوى الاحتكاك 108-109 كتاب الطالب
الساكنة أو الديناميكية بمقدار القوة العمودية من خلال
معامل الاحتكاك الساكن أو الحركي

(4.11) $f_s \leq \mu_s N = f_{s,\max}$,

حيث يمثل μ_s معامل **الاحتكاك السكوني**. يوضح الجدول 4.1 بعض المعاملات النموذجية للاحتكاك السكوني. وبشكل عام، بالنسبة إلى أي جسم على أي سطح داعم، تكون القوة القصوى للاحتكاك السكوني أكبر من قوة الاحتكاك الحركي. ربما تكون قد واجهت هذا عند محاولة تحريك جسم ثقيل عبر سطح ما: بمجرد أن يبدأ الجسم في الحركة، يتطلب الأمر قوة أقل كثيرًا لإبقائه في حالة حركة انزلاقية ثابتة. يمكننا التعبير عن هذه النتيجة على هيئة متباينة رياضية بين المعاملين:

(4.12) $$\mu_s > \mu_k.$$



الشكل 4.18 مقادير قوى الاحتكاك كدالة لمقدار القوة الخارجية. يمثل الخط الأحمر القوى المؤثرة في جسم في وضع السكون مبدئيًا، مع قوة خارجية تزداد من الصفر. يمثل الخط الأزرق القوى المؤثرة في جسم في حالة حركة مبدئيًا تحت تأثير قوة خارجية أكبر من قوة الاحتكاك ولكنها تقل بالتدريج.

صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم

MR /MOHAMED SHAWKY

بسم الله والصلاه والسلام علي رسول الله من يهديه الله فلا مضل له ومن يضلل فلا هادي له الا الله

تقبل الله منا هذا العمل لوجهه الكريم فاللهم ارزقنا واياكم حسن العمل وحسن الطاعات وجنبنا واياكم شر المنكرات

ان شاء الله تجدون شرح الهيكل هنا في هذه القناه HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/@SCIENCEMEDIA4556

+971504104328