وزارة التربية
Ministry of Education
State of Kuwait | دولـــة الكويت

إدارة التوجيه الفني للعلوم

التوجيهات الفنية

لمادة الفيزياء

الصف الحادي عشر

الفترة الدراسية الأولى

للعام الدراسي 2026 - 2027 م

معتمد
وزارة التربية – التوجيه الفني العام – الكويت



فريق العمل

مدير إدارة التوجيه الفني للعلوم
أ.صباح محمد آل بن علي

روابط

1	توزيع المفاهيم العلمية	
2	التجارب العملية المقررة	
3	بنك الأسئلة	
4	نموذج إجابة بنك الأسئلة	

توزيع المنهج للصف الحادي عشر علمي

وزارة التربية
Ministry of Education
State of Kuwait | دولة الكويت

الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

توزيع منهج مادة:	الفيزياء	العام الدراسي:	2027/2026
		الفصل الدراسي:	الأول
الصف:	الحادي عشر علمي	الجزء:	الأول

الاسبوع	المجال/ الوحدة	الدرس / المفاهيم الأساسية	عدد الحصص	الملاحظات
الأول من 2026/9/13 إلى 2026/9/17	الوحدة الأولى: الحركة الفصل الأول: حركة المقذوفات	الدرس (1-1): الكميات العددية والكميات المتجهة. 1.الكميات العددية والكميات المتجهة.	3	(الأجزاء المعلقة) ص (15) - مثال (1) البند (ب) ص (16) السطر (8-11) و(19-21) الشكل (2) و(3) ومسألة الهامش ص (17) من بداية "حيث يمثل ..." سطر28إلى نهاية السطر 32 ص (18) السطر (13-21)- مسألة بالهامش رقم (2) والشكل (7) -ص (19كاملة) ص (20) مثال رقم (3) + مثال رقم (4) - البند (أ) الأشكال (9) و(10) ص (21) السطر (1-12) ص (23) مسألة الهامش ص (24) مراجعة الدرس (1-1) السؤال (ثالثاً وخامساً)
الثاني من 2026/9/20 إلى 2026/9/24		تابع /الدرس (1-1): الكميات العددية والكميات المتجهة. 2. خصائص المتجهات.	3	
الثالث من 2026/9/27 إلى 2026/10/1		تابع /الدرس (1-1): الكميات العددية والكميات المتجهة. 3. ضرب المتجهات.	3	

مدير إدارة توجيه	مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج	مدير الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج
صباح محمد آل بن علي مدير إدارة توجيه العلوم بالتكليف وزارة التربية إدارة التوجيه الفني للعلوم	إنتصار محمد الشمري مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج بالتكليف	محمد علي العتيبي المدير العام للإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وزارة التربية الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

ملاحظات:

- تم اعداد خطة توزيع المنهج من قبل التوجيه الفني المختص.
- لا يتم نشر خطة توزيع المنهج إلا بعد مراجعتها واعتمادها من الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج.
- لا يتم إضافة أو إلغاء أو إجراء أي تعديل في خطة توزيع المنهج إلا بالرجوع إلى الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وأخذ موافقتها.
- خطة توزيع المنهج قابلة للتعديل بحسب المستجدات والعطل والاجازات الرسمية.

توزيع المنهج للصف الحادي عشر علمي

وزارة التربية
Ministry of Education
State of Kuwait | دولة الكويت

الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

توزيع منهج مادة:	الفيزياء	العام الدراسي:	2027/2026
		الفصل الدراسي:	الأول
الصف:	الحادي عشر علمي	الجزء:	الأول

الاسبوع	المجال/ الوحدة	الدرس / المفاهيم الأساسية	عدد الحصص	الملاحظات
الرابع من 2026/10/4 إلى 2026/10/8	الوحدة الأولى: الحركة الفصل الأول: حركة المقذوفات	الدرس (1-2): تحليل المتجهات.	3	
الخامس من 2026/10/11 إلى 2026/10/15		تابع / الدرس (1-2): تحليل المتجهات.	1	
		الدرس (1-3): حركة القذيفة. 1.مسار حركة القذيفة.	2	
السادس من 2026/10/18 إلى 2026/10/22		تابع/ الدرس (1-3): حركة القذيفة. 2.مركبتا حركة القذيفة. (المقذوف الأفقي) 3.حركة قذيفة أطلقت بزاوية	2	(الأجزاء المعلقة) نشاط رقم (1) في كراسة التطبيقات ص (35) السطر (11-16) ص (39) مراجعة الفصل الأول تحقق من فهمك رقم (5) تحقق من معلوماتك رقم (2) تحقق من مهاراتك مسألة رقم (1) بند (أ، د) ص (40) مسألة رقم (3)
		تابع/ الدرس (1-3): حركة القذيفة. تطبيقات على حركة القذيفة	1	

مدير إدارة توجيه	مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج	مدير الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج
صباح محمد آل برغش مدير إدارة توجيه العلوم بالتكليف	إنتصار محمد الشمري مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج بالتكليف	محمد علي العتيبي المدير العام للإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وزارة التربية الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

ملاحظات:

- تم اعداد خطة توزيع المنهج من قبل التوجيه الفني المختص.
- لا يتم نشر خطة توزيع المنهج إلا بعد مراجعتها واعتمادها من الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج.
- لا يتم إضافة أو إلغاء أو إجراء أي تعديل في خطة توزيع المنهج إلا بالرجوع إلى الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وأخذ موافقتها.
- خطة توزيع المنهج قابلة للتعديل بحسب المستجدات والعطل والاجازات الرسمية.

توزيع المنهج للصف الحادي عشر علمي

وزارة التربية
Ministry of Education
State of Kuwait | دولة الكويت

الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

توزيع منهج مادة:	الفيزياء	العام الدراسي:	2027/2026
		الفصل الدراسي:	الأول
الصف:	الحادي عشر علمي	الجزء:	الأول

الاسبوع	المجال/ الوحدة	الدرس / المفاهيم الأساسية	عدد الحصص	الملاحظات
السابع من 2026/10/25 إلى 2026/10/29	الوحدة الأولى: الحركة الفصل الأول: حركة المقذوفات	**تابع /الدرس (1-3): حركة القذيفة.** 4. العلاقة بين زاوية الإطلاق والمدى الأفقي وأقصى ارتفاع.	3	
الثامن من 2026/11/1 إلى 2026/11/5	الوحدة الأولى: الحركة الفصل الثاني: الحركة الدائرية	**الدرس (2-1): وصف الحركة الدائرية.** 1. الدوران المحوري والدوران المداري. 2. الازاحة الزاوية. **(نشاط 2 في كراسة التطبيقات)**	1	
		تابع /الدرس (2-1): وصف الحركة الدائرية. 3. السرعة في الحركة الدائرية. 4. العلاقة بين السرعة المماسية والدائرية.	1	**(الأجزاء المعلقة)** ص **(51)** بند (8) الحركة الدائرية منتظمة العجلة. السطر (26-34) ص **(52)** كاملة. ص **(53)** مراجعة الدرس (2-1) السؤال(ثامناً)
		تابع /الدرس (2-1): وصف الحركة الدائرية. 5. العجلة الخطية والعجلة الزاوية. 6. العجلة والحركة الدائرية المنتظمة.	1	
التاسع من 2026/11/8 إلى 2026/11/12		**تابع/ الدرس (2-1): وصف الحركة الدائرية.** 7. التردد والزمن الدوري في الحركة الدائرية المنتظمة.	1	
		تابع/ الدرس (2-1): وصف الحركة الدائرية. تطبيقات عددية على الحركة الدائرية	2	

مدير إدارة توجيه	مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج	مدير الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج
صباح محمد آل بن علي مدير إدارة توجيه العلوم بالتكليف إدارة التوجيه الفني للعلوم	إنتصار محمد الشمري مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج بالتكليف	محمد علي العتيبي المدير العام للإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وزارة التربية الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

ملاحظات:

- تم اعداد خطة توزيع المنهج من قبل التوجيه الفني المختص.
- لا يتم نشر خطة توزيع المنهج إلا بعد مراجعتها واعتمادها من الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج.
- لا يتم إضافة أو إلغاء أو إجراء أي تعديل في خطة توزيع المنهج إلا بالرجوع إلى الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وأخذ موافقتها.
- خطة توزيع المنهج قابلة للتعديل بحسب المستجدات والعطل والاجازات الرسمية.

توزيع المنهج للصف الحادي عشر علمي

وزارة التربية
Ministry of Education
State of Kuwait | دولة الكويت

الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

توزيع منهج مادة:	الفيزياء	العام الدراسي:	2027/2026
		الفصل الدراسي:	الأول
الصف:	الحادي عشر علمي	الجزء:	الأول

الاسبوع	المجال/ الوحدة	الدرس / المفاهيم الأساسية	عدد الحصص	الملاحظات
العاشر من 2026/11/15 إلى 2026/11/19		**الدرس (2-2): القوة الجاذبة المركزية.** 1. القوة الجاذبة المركزية. **(نشاط 3 في كراسة التطبيقات)** 2. أنواع القوة الجاذبة المركزية. 3. مقدار القوة الجاذبة المركزية. 4. زوال القوة الجاذبة المركزية.	2	**(الأجزاء المعلقة)** نشاط رقم (4) في كراس التطبيقات -ص **(59 كاملة)** بند (2.5) المنعطفات المائلة. **صفحة (60)** مراجعة الدرس (2-2) السؤال (سادساً) **ص (61-65)** الدرس (2-3) القوة الطاردة المركزية **ص (66)** مراجعة الفصل الثاني سطر(19-20) **ص (67)** تحقق من فهمك (5) تحقق من معلوماتك (3و4) **ص (68)** تحقق من مهاراتك (3)،(5)،(6)
		تابع/ الدرس (2-2): القوة الجاذبة المركزية. 5. تطبيقات حول القوة الجاذبة المركزية في الحياة العملية.	1	
الحادي عشر من 2026/11/22 إلى 2026/11/26	**الوحدة الأولى:** **الحركة** **الفصل الثالث:** **مركز الثقل**	**الدرس (3-1): مركز الثقل.** 1.تعريف مركز الثقل. 2.مسار مركز الثقل.	2	**(الأجزاء المعلقة)** **ص (82)** بند (6) من السطر (22-29) -المسألة (3) من الهامش+شكل (92) **ص (83)** كاملة.- **ص (84)** مراجعة الدرس (3-3)تعلق مسألة رابعاً وسادساً الشكل (94) و (96) **ص (85 – 98)** الدروس التالية: (3-4) انقلاب الأجسام (3-5) الاتزان (الثبات) (3-6) مركز ثقل جسم الانسان
		الدرس (3-2): مركز الكتلة. 1.تعريف مركز الكتلة. 2.الفرق بين مركز الكتلة ومركز الثقل. 3.مركز الكتلة وتأرجح النجوم	1	

مدير إدارة توجيه	مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج	مدير الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج
صباح محمد آل بن علي مدير إدارة توجيه العلوم بالتكليف	انتصار محمد الشمري مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج بالتكليف	محمد علي العتيبي المدير العام للإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وزارة التربية الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

ملاحظات:

- تم اعداد خطة توزيع المنهج من قبل التوجيه الفني المختص.
- لا يتم نشر خطة توزيع المنهج إلا بعد مراجعتها واعتمادها من الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج.
- لا يتم إضافة أو إلغاء أو إجراء أي تعديل في خطة توزيع المنهج إلا بالرجوع إلى الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وأخذ موافقتها.
- خطة توزيع المنهج قابلة للتعديل بحسب المستجدات والعطل والاجازات الرسمية.

توزيع المنهج للصف الحادي عشر علمي

وزارة التربية
Ministry of Education
State of Kuwait | دولة الكويت

الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

توزيع منهج مادة:	الفيزياء	العام الدراسي:	2027/2026
		الفصل الدراسي:	الأول
الصف:	الحادي عشر علمي	الجزء:	الأول

الاسبوع	المجال/ الوحدة	الدرس / المفاهيم الأساسية	عدد الحصص	الملاحظات
الثاني عشر من 2026/11/29 إلى 2026/12/3	الوحدة الأولى: الحركة الفصل الثالث: مركز الثقل	الدرس (3-3): تحديد موضع مركز الكتلة أو مركز الثقل. ١. مركز الثقل وتوازن الجسم. ٢. مركز ثقل الأجسام منتظمة الشكل. **نشاط (5) أ + نشاط 6 في كراسة التطبيقات**	1	**(الأجزاء المعلقة)** ص **(99)** مراجعة الفصل الثالث الأفكار الرئيسية السطر 21 إلى 26 ص **(100)** المعادلات الرياضية (Θ_c) ص **(101)** تحقق من فهمك رقم (5،4،3) ص **(102)** تحقق من معلوماتك رقم(6,5,4,3) ص **(103)** تحقق من مهاراتك مسألة (4،3) ص **(104-112)** الفصل الرابع معلق بالكامل **نشاط (7) في كراسة التطبيقات**
		تابع/ الدرس (3-3): تحديد موضع مركز الكتلة أو مركز الثقل. 1.مركز ثقل الأجسام غير منتظمة الشكل. **(نشاط 5 في كراسة التطبيقات ب)** 2.حساب موقع مركز كتلة جسمين نقطيين. مركز كتلة عدة كتل موجودة في مستوى واحد	1	
		الاختبار العملي	1	
الثالث عشر من 2026/12/6 إلى 2026/12/10		الاختبار العملي	1	
		تطبيقات عددية على ما سبق دراسته	2	
المجموع الكلي لعدد الحصص في الفصل الدراسي الثاني للعام الدراسي 2027/2026 م			39	حصة

مدير إدارة توجيه	مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج	مدير الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج
صباح محمد آل برغلي مدير إدارة توجيه العلوم بالتكليف	انتصار محمد الشمري مدير إدارة البحوث التربوية والمناهج بالتكليف	محمد علي العتيبي المدير العام للإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وزارة التربية الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج

ملاحظات:

- تم اعداد خطة توزيع المنهج من قبل التوجيه الفني المختص.
- لا يتم نشر خطة توزيع المنهج إلا بعد مراجعتها واعتمادها من الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج.
- لا يتم إضافة أو إلغاء أو إجراء أي تعديل في خطة توزيع المنهج إلا بالرجوع إلى الإدارة العامة للتواجيه والبحوث والمناهج وأخذ موافقتها.
- خطة توزيع المنهج قابلة للتعديل بحسب المستجدات والعطل والاجازات الرسمية.

مع بداية هذا العام الدراسي الجديد 2026- 2027م، لا يسعنا إلا إن نتوجه إلى زملائنا في الميدان بأسمى أمنيات الخير والتوفيق لهم في عملهم وأن يكلله الله بالقبول فهو

أما بخصوص توجيهات المنهج فنفيدكم علماً بالتالي:

أولاً: محتوى الجزء الأول يتضمن:

الوحدة الأولى: الحركة



وتتكون من (3) **فصول وفق التوزيع المختصر التالي**:

الوحدة الأولى (الحركة)		
الفصل الأول **حركة المقذوفات**	الفصل الثاني الحركة الدائرية	الفصل الثالث مركز الكتلة ومركز الثقل
21	9	7

ملاحظة مهمة:

المتعلم غير مطالب في الاختبار بالتالي:

- حفظ أسماء العلماء وانجازاتهم.
- كتابة الاستنتاجات الرياضية لأي من القوانين التي درسها.
- المحتوى العلمي المذكور بالمقدمة التي تكتب قبل كل فصل

وإن كان للمعلم أن يوظفها في حلقة قدم وحفز.

ثانياً: توجيهات الفصل الاول (حركة المقذوفات)

يتكون هذا الفصل من (3) دروس

عدد الحصص المُقررة لتدريس هذه المواضيع (21 حصة دراسية) موزعة كالتالي

الدرس 1-1	الكميات العددية والكميات المتجهة	9 حصص
الدرس 1-2	تحليل المتجهات	4 حصص
الدرس 1-3	حركة القذيفة	8 حصص

(١-١) الكميات العددية والكميات المتجهة

عند تدريس هذا الجزء نرجو مراعاة ما يلي:

أولاً: الأهداف العامة

١- يميز بين الكميات العددية (القياسية) والكميات المتّجهة.
٢- يذكر أمثلة على كلٍ من الكمّيات العددية والمتّجهة.
٣- يعبر رياضياً عن الكمّية المتّجهة.
٤- يمثّل المتّجهات بالرسم (بدون استخدام مقياس رسم).
٥- يستخدم جبر المتّجهات لحساب محصّلة متّجهات مختلفة في الاتّجاهات.

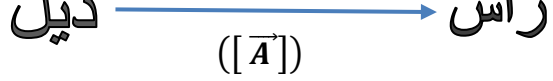
ثانياً: التأكيد على بعض البنود المهمة في هذا الجزء

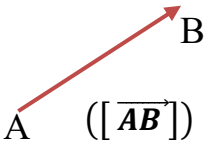
- **تصنيف الكميات الفيزيائية إلى كميات عددية (قياسية) وكميات متجهة.**



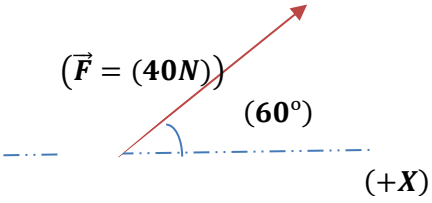
- **الكميات الفيزيائية العددية (القياسية) هي كميات يكتفى لتحديدها مقدار ووحدة قياس وتتبع قواعد الجبر الحسابية إذا كانت متجانسة الوحدات.**

- الكميات الفيزيائية المتجهة هي كميات تحتاج لتحديدها مقدار واتجاه ووحدة قياس.
يتم تمثيل الكميات المتجهة بيانياً بسهم (شعاع) يظهر مقدار الكمية الممثلة واتجاهها ويسمى (متجه).



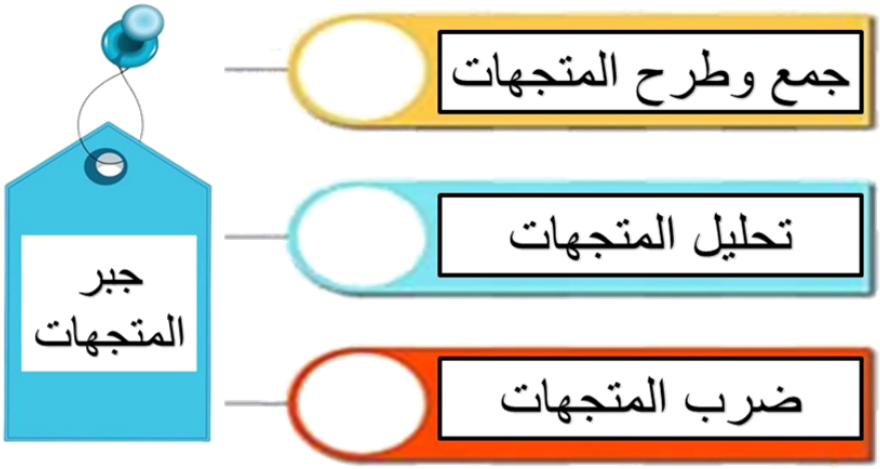


- يتم تميز الكمية المتجهة بحرف يوضع فوقه سهم مثل $([\overrightarrow{AB}],[\vec{A}])$
- يحدد المتجه بمقدار ووحدة قياس ويحدد اتجاهه بالزاوية التي يصنعها مع محور الإسناد.
- يعبر عن الكمية المتجهة (A) رياضياً كما يلي $(\vec{A}=(A,\theta))$ حيث (A) هي مقدار المتجه و (θ)اتجاهه، مثال $(\vec{F}=(40N,60^{o}))$.



$(\vec{F}=(40N,60^{o}))$

- الكميات المتجهة تخضع لجبر المتجهات بدلاً من الجبر الحسابي.
- جبر المتجهات هو جميع العمليات التي تخضع لها الكميات المتجهة.



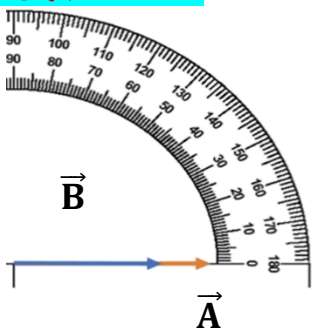
- خصائص المتجهات هي التساوي والنقل وجمع المتجهات وضرب المتجهات بكمية قياسية.
- تقسم المتجهات إلى قسمين متجهات حرّة ومتجهات المقيدة بنقطة تأثير.
- الإزاحة هي المسافة الأقصر بين نقطة بداية الحركة ونقطة نهايتها وباتجاه من نقطة البداية إلى نقطة النهاية.

- خصائص المتجهات هي التساوي والنقل وجمع المتجهات وضرب المتجهات بكمية قياسية.
- يقال إن المتجهان متساويان إذا كان لهما المقدار والاتجاه نفسهما.

- من الخواص الهندسية المهمة لبعض المتجهات هي خاصية النقل ولذلك يمكن تقسيم المتجهات إلى قسمين متجهات حرّة ومتجهات مقيدة بنقطة تأثير.
- عملية جمع المتجهات هي عملية تركيب يتم فيها الاستعاضة عن متجهين أو أكثر بمتجه واحد.

- التأكيد على الحالات الخاصة لجمع المتجهات وتدريب المتعلم عليها.

محصلة متجهان لهما الاتجاه نفسه



$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

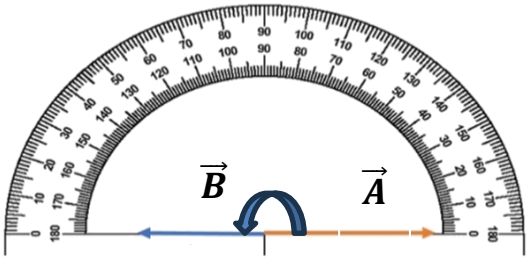
$$= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos(0^\circ)} \quad ,\because \cos(0^\circ) = 1$$

$$= \sqrt{A^2 + 2AB + B^2} = \sqrt{(A+B)^2} = A + B$$

مقدار المحصلة هو الجمع الجبري (A+B)

أما اتجاه المحصلة هو نفس اتجاه المتجهين (أو أحدهما).

محصلة متجهان متعاكسان بالاتجاه



$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

$$= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos(180^\circ)},$$

$$\because \cos(180^\circ) = -1$$

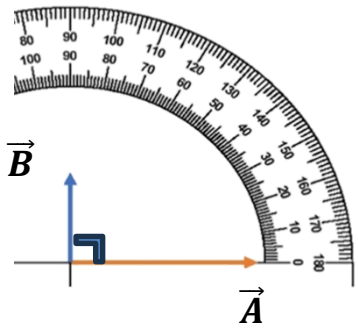
$$= \sqrt{A^2 - 2AB + B^2} = \sqrt{(A-B)^2} = A - B$$

مقدار المحصلة هو الطرح الجبري (A-B)

أما اتجاه المحصلة هو نفس اتجاه المتجه الأكبر مقداراً.



محصلة المتجهان المتعامدان



$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

$$= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos(90^\circ)} \quad ,$$

$$\because \cos(90^\circ) = 0$$

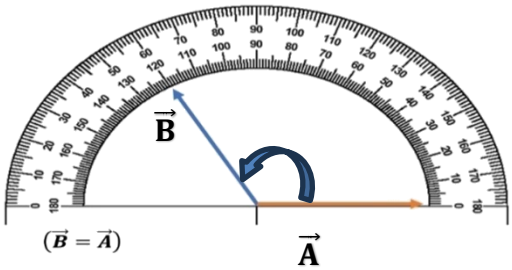
$$= \sqrt{A^2 + B^2}$$

مقدار المحصلة هو طول الوتر في المثلث القائم ويحسب من خلال نظرية فيثاغورث

أما الاتجاه للمحصلة يحدد من خلال العلاقة

$$\alpha = \sin^{-1}\frac{B}{R} = \tan^{-1}\frac{B}{A}$$

محصلة المتجهان المتساويان مقداراً ويحصران بينهما زاوية مقدارها (120°)



$$\because A = B \quad \text{and} \quad \because \cos 120^\circ = -\frac{1}{2}$$

$$R = \sqrt{A^2 + A^2 - 2(\tfrac{1}{2})AB} = \sqrt{A^2 + A^2 - A^2} = \sqrt{A^2}$$

$$R = |A|$$

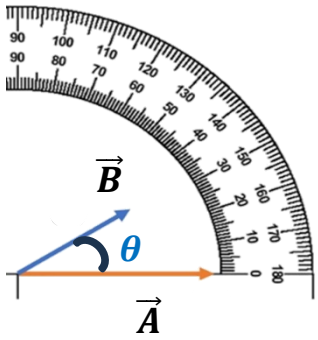
مقدار المحصلة هو مقدار أحد المتجهين

أما الاتجاه للمحصلة فهو يقسم الزاوية بينهما ويحدد من خلال العلاقة

$$\alpha = \sin^{-1}\frac{B\sin 120^\circ}{R} = \sin^{-1}\frac{A\frac{\sqrt{3}}{2}}{A} = \sin^{-1}\frac{\sqrt{3}}{2} = 60^\circ$$

الحالة العامة

لحساب محصلة متجهين يحصران بينهما زاوية (θ) ، نستخدم العلاقات التالية



$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$ ← لحساب مقدار المحصلة

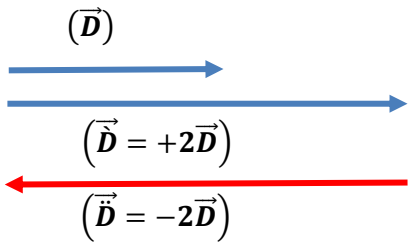
$$\alpha = \sin^{-1}\frac{B\sin\theta}{R}$$ ← لتحديد اتجاه المحصلة

❖ ضرب المتجهات بكمية قياسية

ضرب كمية قياسية (عددية) x كمية متجهة

ومن أمثلتها:

$\left([\vec{I} = \vec{F} \cdot t], [\vec{F} = m \cdot \vec{a}]\right)$.

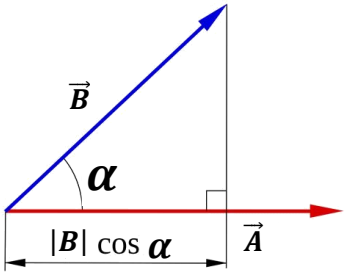


❖ ضرب المتجهات

الضرب القياسي $(\vec{A} . \vec{B} = AB \cos \alpha)$

ضرب كمية متجهة في كمية متجهة (عددياً أو قياسياً أو نقطياً)

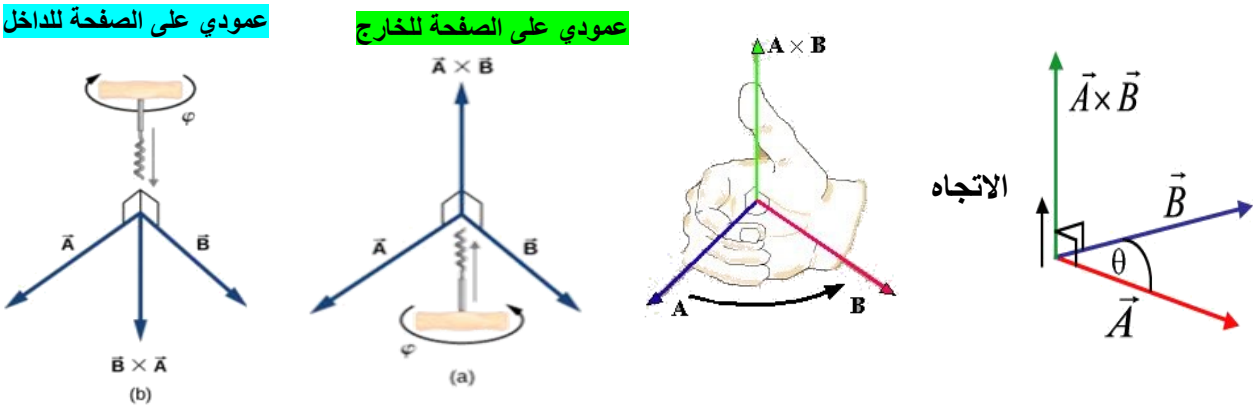
- **تدريب الطلاب على كتابة المعادلة المستخدمة في حساب ناتج الضرب وتحديد العوامل التي يتوقف عليها ناتج الضرب من مثل $(W = \vec{F} \cdot \vec{d})$ والتأكيد على أن ناتج الضرب القياسي للمتجهين هو كمية قياسية (عددية).**



الضرب الاتجاهي $(\vec{A} x \vec{B} = AB \sin \alpha)$

ضرب كمية متجهة في كمية متجهة (اتجاهياً أو تقاطعياً (x))

- **تدريب الطلاب على كتابة المعادلة المستخدمة في حساب ناتج الضرب وتحديد العوامل التي يتوقف عليها ناتج الضرب وإبراز علامة الضرب (x) وإعطاء مثال عليها $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$.**
- **التأكيد على أن ناتج الضرب الاتجاهي للمتجهين هو كمية متجهة (يكون اتجاهها رأسي على المستوى المكون من المتجهين يحدد بقاعدة اليد اليمنى، ومقدارها يمثل مساحة متوازي الأضلاع الناشئ عن المتجهين ويحسب من العلاقة الرياضية).**



(١-٢) تحليل المتجهات (vectors Analysis)

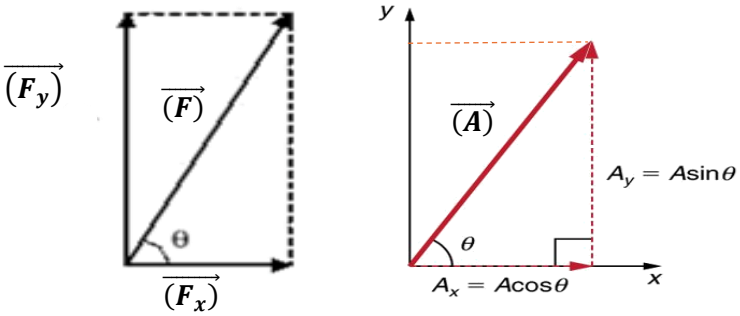
عند تدريس هذا الجزء نرجو مراعاة ما يلي:

أولاً: الأهداف العامة

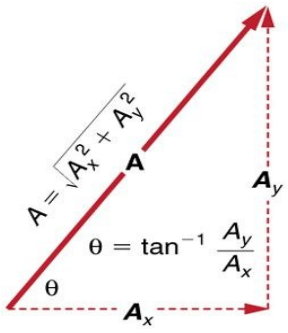
١- يحلل متّجهاً إلى مركبتيه المتعامدتين.
٢- يجد محصّلة عدة متّجهات مستخدماً الطريقة التحليلية.

ثانياً: التأكيد على بعض البنود المهمة في هذا الجزء

- **تحليل المتّجه هو استبدال متّجه ما بمتّجهين متعامدين يُسمّيان مركبتي المتّجه وذلك باستخدام الدوال المثلثية.**
- **يجب أن يكون المتجه المراد تحليله محصلة هاتين المركبتين ويكون متحداً معهما في نقطة البداية.**



- **المتجهات الثلاث في الشكل السابق تشكل مثلثاً قائماً، وباستخدام نظرية فيثاغورث نستطيع أن نجد العلاقات التالية بين المتّجه المراد تحليله ومركباته:**



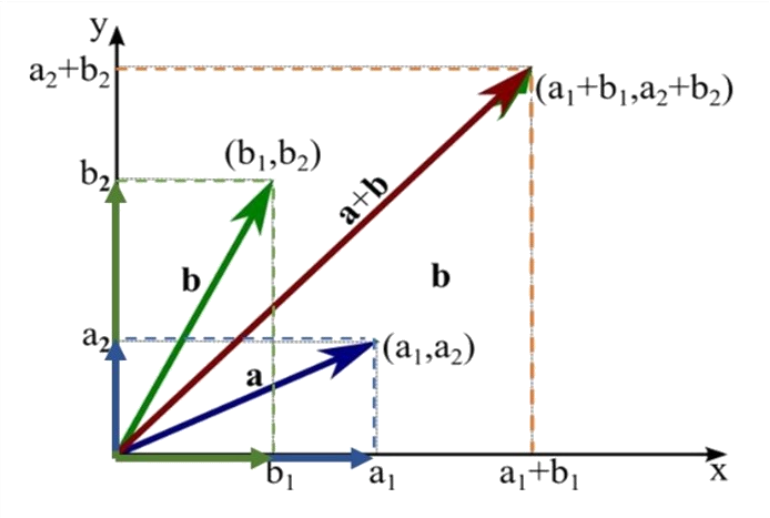
$$\cos\theta = \frac{A_x}{A} \qquad A_x = A\cos\theta$$

$$\sin\theta = \frac{A_y}{A} \qquad A_y = A\sin\theta$$

$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$$

- تدريب الطلاب على حساب محصلة متجهين أو عدة متجهات اعتماداً على عملية تحليل المتجهات باتجاه محاور الإسناد، ثم حساب محصلتها في اتجاهين متعامدين كما يلي:



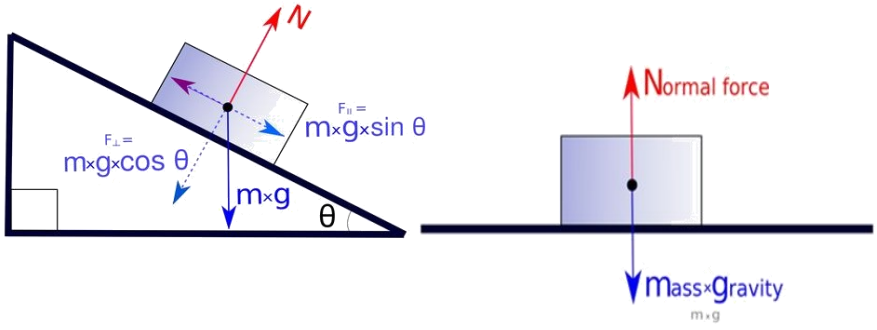
من الرسم نلاحظ أن:

- محصلة عدد من المتجهات على المحور(x)تساوي المجموع الجبري لجميع المركبات السينية على المحور (x).
- محصلة عدد من المتجهات على المحور(y)تساوي المجموع الجبري لجميع المركبات الصادية على المحور(y).

ويمكن إيجاد المحصلة مقداراً واتجاهاً من خلال العلاقات التالية:

- المقدار $R = \sqrt{(\sum R_X)^2 + (\sum R_y)^2}$
- الاتجاه $tan\,\theta = \frac{R_y}{R_X}$ ، $\theta = \tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$

- تدريب المتعلمين على تحليل المتجهات على المستوى المائل كما ورد في مراجعة الدرس (١-٢) ثالثاً ص ٢٨ والتأكيد عليه



(١-٣) حركة القذيفة (Projectile Motion)

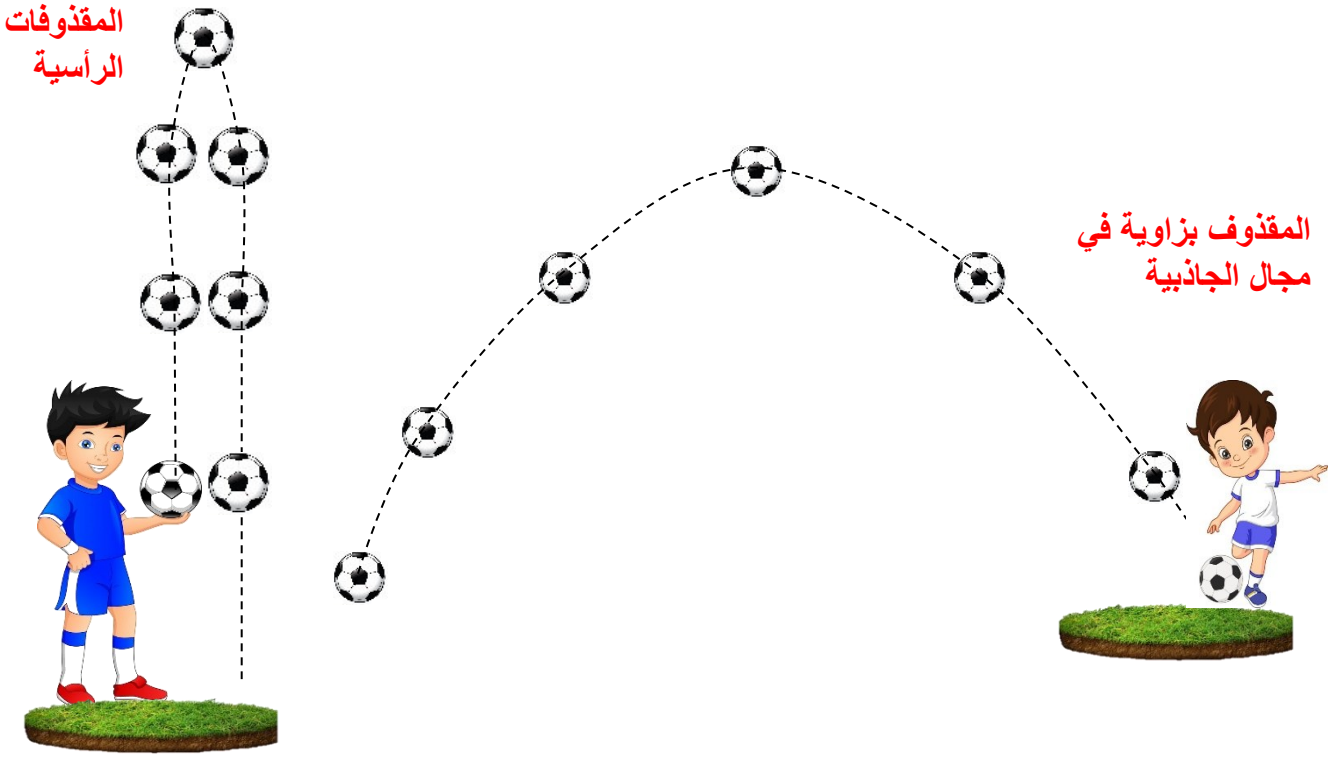
عند تدريس هذا الجزء نرجو مراعاة ما يلي:

أولاً: الأهداف العامة

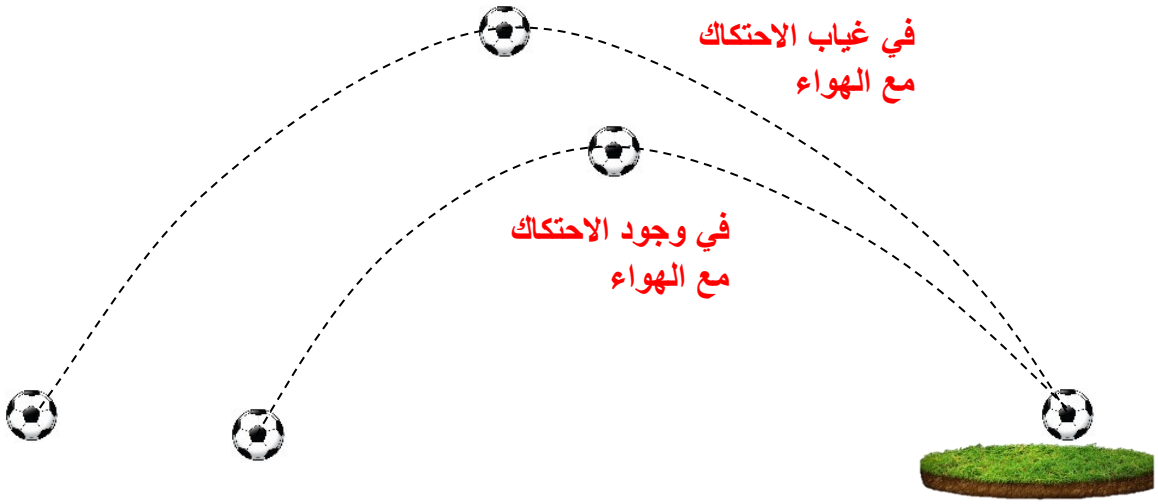
١- يصف التغيرات للمركبتين الأفقية والرأسية لسرعة القذيفة، بإهمال مقاومة الهواء.
٢- يفسر لماذا تتحرّك القذيفة مسافات متساوية أفقيًّا أثناء فترات زمنية متساوية بإهمال مقاومة الهواء.
٣- يطبّق معادلات حركة القذيفة.
٤- يحسب المدى الأفقي.
٥- يحسب أقصى ارتفاع.
٦- يدرس تأثير مقاومة الهواء على ارتفاع الجسم المقذوف ومداه الأفقي.

ثانياً: التأكيد على بعض البنود المهمة في هذا الجزء

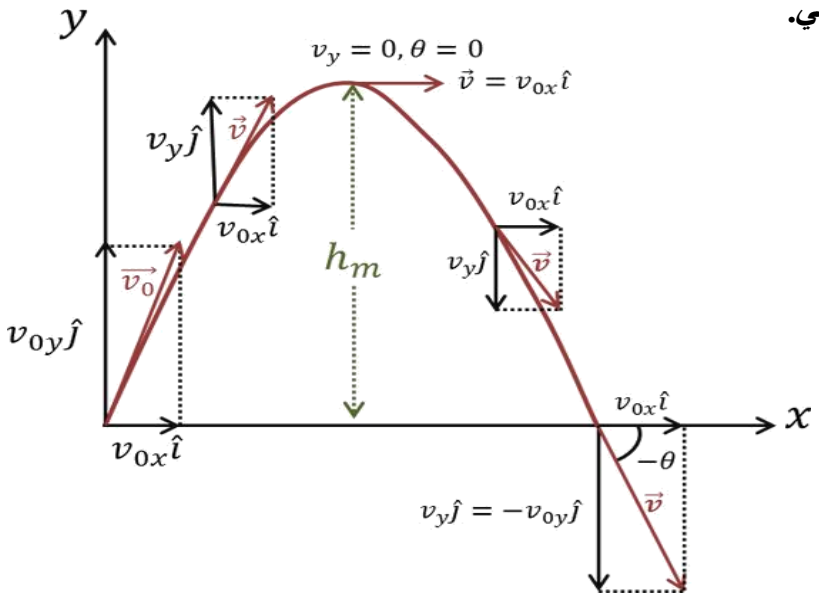
- **المقذوفات هي الأجسام التي تقذف أو تطلق في الهواء وتتعرض لقوة جاذبية الأرض.**



- في غياب الاحتكاك مع الهواء يكون مسار القذيفة على شكل منحنى قطع مكافئ.
- في حال وجود مقاومة للهواء على القذيفة تتباطأ سرعتها نتيجة الاحتكاك ويتغير شكل المسار.

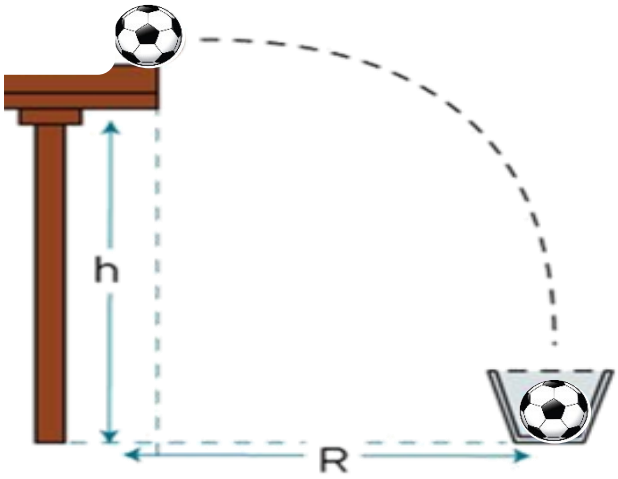


- عندما تكون مقاومة الهواء غير مهملة، يتناقص مدى القذيفة ويصبح المسار قطعاً مكافئ غير حقيقي.
- تسمية المسار المنحني للقذيفة التي تم اطلاقها بزاوية تميل على الأفق بإهمال قوى الاحتكاك بأنه قطع مكافئ.
- حركة القذيفة هي حركة جسيم في بعدين هما (x،y).
- حركة القذيفة هي حركة مركبة من حركتين، حركة منتظمة السرعة على المحور الأفقي وحركة منتظمة العجلة على المحور الرأسي.

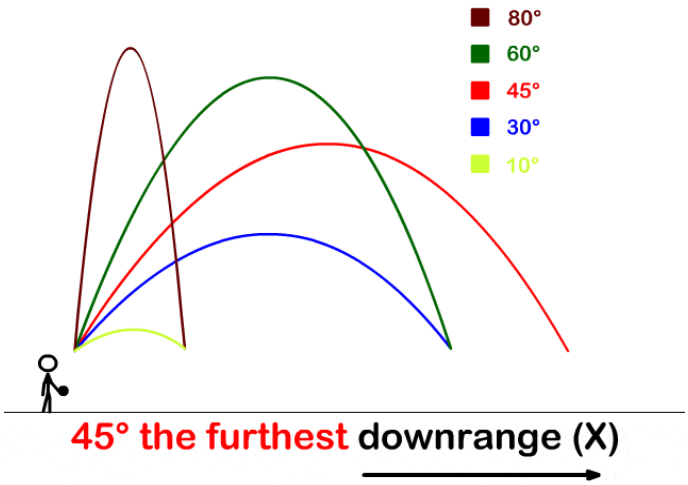


- المركبة الأفقية والمركبة الرأسية للسرعة لجسم مقذوف غير متطابقتين (آنيين)بينما تأثيرهما معاً ينتج المسار المنحني الذي تتبعه المقذوفات.

- إذا كانت زاوية الاطلاق = صفر فسوف يكون شكل المسار نصف قطع مكافئ.
- إذا كانت زاوية الاطلاق = 90° فسوف يكون مسار القذيفة خطاً رأسياً.



- المدى هو المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة بين نقطة الإطلاق ونقطة الوصول على الخط الأفقي المار بنقطة الإطلاق.



- التأكيد على وصول قذيفتين مختلفتين للمدى نفسه عند إطلاقهما بزاويتين مجموعهما (90°) إذا أُطلقا بالسرعة نفسها ومقارنة زمني بقاءهما في الهواء.
- تغير مسار القذيفة بتغير زاوية الإطلاق.
- إن الجسم المقذوف يصل إلى أقصى مدى أفقي عند قذفة بزاوية(45°).
- القذيفة التي أطلقت بزاوية أكبر (θ_1) لها مركبة سرعة رأسية أكبر من تلك التي أطلقت بزاوية أقل (θ_2) مما يؤدي إلى ارتفاع أكبر.



الطالب غير مطالب باستنتاج المعادلات الخاصة بحركة المقذوفات

ثالثاً: توجيهات الفصل الثاني (الحركة الدائرية)

يتكون هذا الفصل من (3) دروس

عدد الحصص المُقررة لتدريس هذه المواضيع (9 حصص دراسية) موزعة كالتالي

الدرس (2 – 1)	وصف الحركة الدائرية	6 حصص
الدرس (2 – 2)	القوة الجاذبة المركزية	3 حصص
الدرس (2 – 3)	القوة الطاردة المركزية	معلق لهذا العام

(٢-١) وصف الحركة الدائرية (Describing Circular Motion)

عند تدريس هذا الجزء نرجو مراعاة ما يلي:

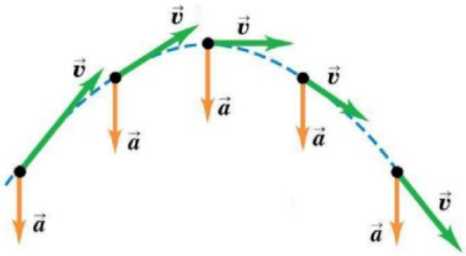
أولاً: الأهداف العامة

١- يذكر مفهوم الحركة الدائرية.
٢- يميّز بين الدوران المحوري والدوران المداري.
٣- يصف السرعة الدائرية.
٤- يميز بين السرعة الخطّية والسرعة الزاوية.
٥- يذكر مفهوم العجلة المركزية والعجلة الزاوية.
٦- يذكر معادلات الحركة الدائرية منتظمة العجلة.

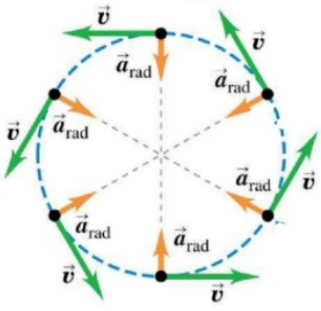
ثانياً: التأكيد على بعض البنود المهمة في هذا الجزء

- **الهدف من دراسة وحدة (الحركة) هو دراسة نوعين من الحركة في مستوى واحد (له بعدين) ، ففي الفصل الأول تم دراسة (حركة القذيفة) وفي الفصل الثاني سيتم تدريس الحركة الدائرية كمثال اخر على الحركة في مستوى واحد.**

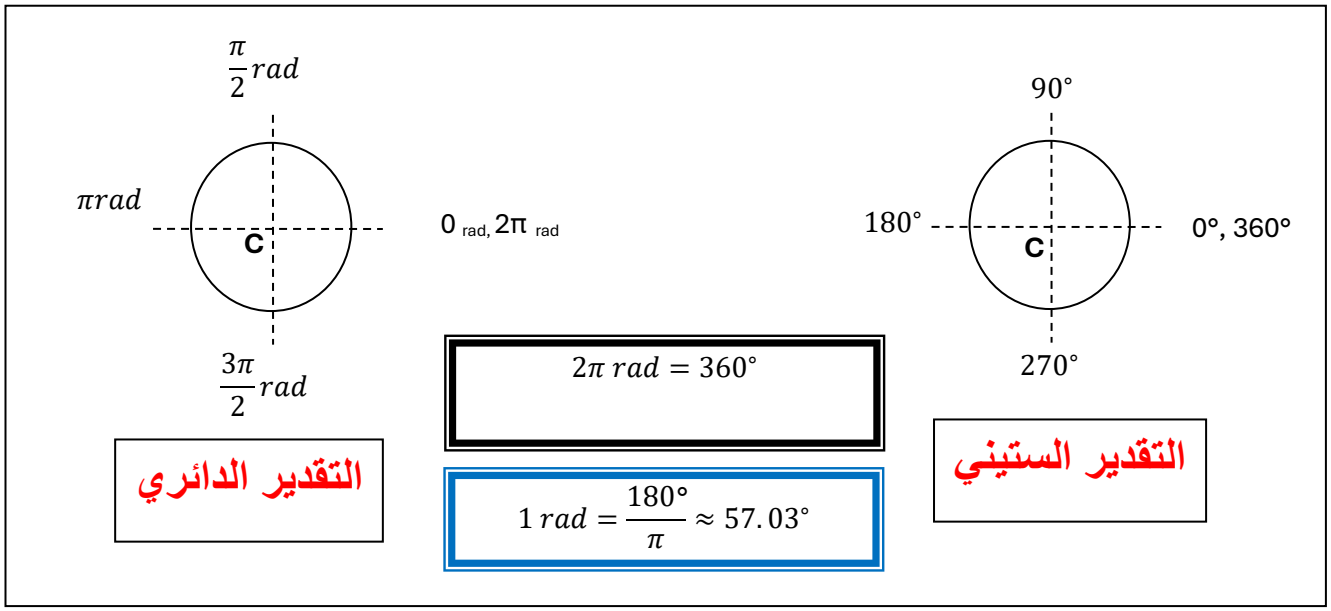
حركة القذيفة



الحركة الدائرية المنتظمة



- ينبغي على المعلم قبل البدء في عرض وشرح مفاهيم هذا الفصل تذكير المتعلمين بالمفاهيم الأساسية التي سبق لهم اكتسابها ويرتكز عليها فهم المتعلم لهذا الفصل وهي:



١- مفهوم المسار الدائري باعتباره مسار لحركة جسم ثابت البعد دائما عن نقطة مرجعية تسمى مركز الدائرة، ويرمز لها بالرمز (C).

٢- محيط الدائرة هو طول المسار لدورة واحدة كاملة ويرمز له بالرمز (L) ويحسب بدلالة نصف القطر (r) من خلال العلاقة التالية:

$$L = 2\pi r$$

٣- مفهوم الزمن الدوري (T)، والتردد (f)، وكيفية حساب كل منهما والعلاقة بينهما، حيث

$$T_{(S)} = \frac{t_{(s)}}{N} = \frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد الدورات}}$$

$$T_{(s)} = \frac{1}{f_{(Hz)}} = \frac{t_{(s)}}{N}$$

$$f_{(Hz)} = \frac{N}{t_{(s)}} = \frac{1}{T_{(s)}}$$

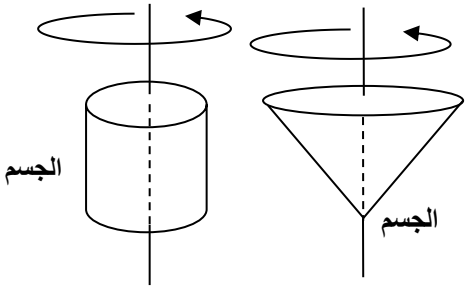
٤- العلاقة بين وحدات قياس الزوايا في التقدير الستيني (بوحدة الدرجة-°) والتقدير الدائري (بوحدة الراديان-rad).

- الحركة الدائرية هي حركة الجسم على مسار دائري حول مركز دوران في مستوى واحد، مع المحافظة على مسافة ثابتة منه.
- التمييز بين الحركة الدورانية المحورية (الحركة المغزلية) والحركة الدورانية المدارية من خلال جدول، واستعراض صور متنوعة لها.
- المحور هو الخط المستقيم الذي تحدث حوله الحركة الدائرية.

- الدوران المحوري (المغزلي) هو دوران الجسم حول محور يقع داخل الجسم



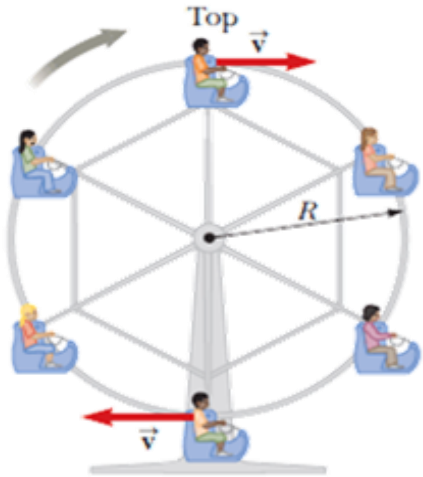
دوران المتزلج حول نفسه



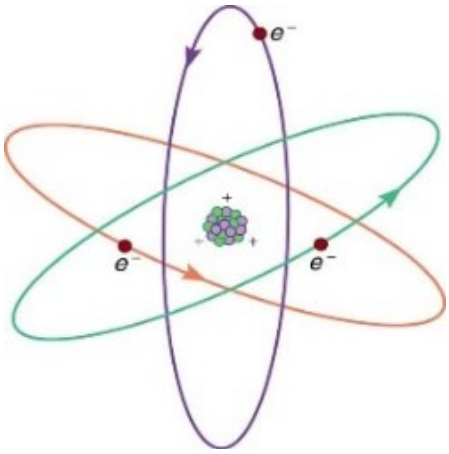
محور الدوران

محور الدوران

- الدوران المداري هو دوران الجسم حول محور يقع خارج الجسم



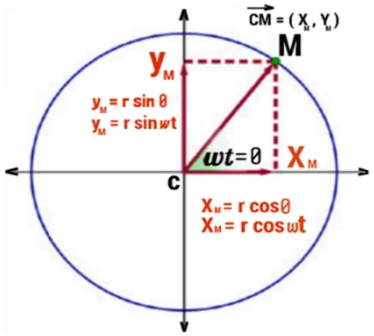
حركة الركاب فى لعبة العجلة الدوارة



حركة الالكترونات حول النواة

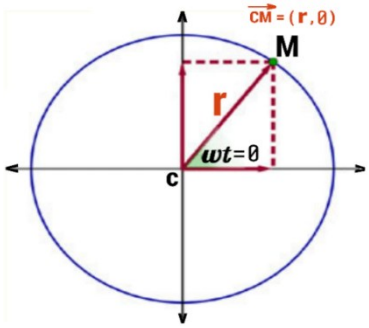
- الحركة هي تغير الموقع بالنسبة الي الزمن.
- يمكن وصف الحركة الدائرية للنقطة (M) خلال فترة زمنية محدده على المسار الدائري من خلال إحدى الطريقتين:

١- تحديد موقع الجسم في مسار دائري من خلال المركبتان (x) و (y) لمتجه الموقع للجسم $(\overrightarrow{CM})$، كما بالشكل وهي تعتبر طريقة غير عملية بسبب تغير قيمة المركبتين بمرور الزمن.



٢- باستخدام التمثيل الرياضي للمتجه $(\overrightarrow{CM})$، حيث: $|\overrightarrow{CM}| = (r, \theta)$

يكفي لتحديد موقع الجسم على المسار الدائري استخدام الزاوية وذلك لان نصف قطر المسار ثابت ومعلوم في الحركة الدائرية كما في الشكل وهي الأسهل عمليا

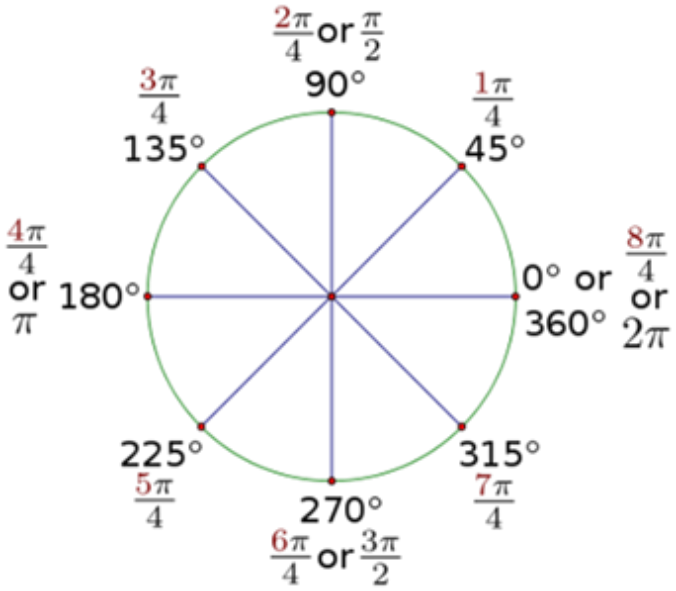


- الازاحة الزاوية ($\Delta\theta$) هي مقدار الزاوية التي يمسحها نصف القطر(r) أثناء الحركة الدائرية.
- في النظام الدولي للوحدات وحدة قياس الازاحة الزاوية هي (الراديان – Radian) ويُرمز لها بالرمز (rad)، وهي الوحدة المستخدمة لقياس الزوايا في نظام التقدير الدائري.
- العلاقة بين الزاوية بوحدتي الدرجة (°) والراديان (rad) هي:

$$2\pi\ rad = 360°$$

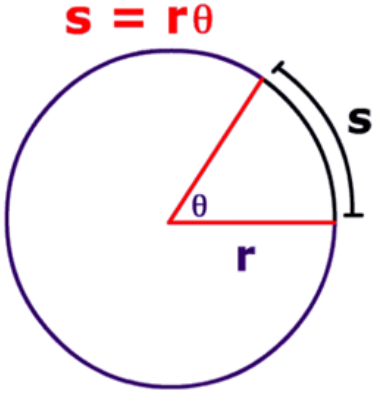
بحيث تكون الدورة الواحدة (one revolution) تساوي (2π rad)

العلاقة بين الزاوية المركزية في نظام التقدير الدائري (rad) والدورة الواحدة (rev) هي :



للتحويل بين وحدتي الدرجة (°)
والراديان (rad) تستخدم العلاقة:

$$\frac{\theta^\circ}{360^\circ} = \frac{\boldsymbol{\theta_{(rad)}}}{\boldsymbol{2\pi}}$$



- العلاقة بين الإزاحة الزاوية ($\Delta\,\theta$) والمسافة المقطوعة على القوس (S) والتي تم استنتاجها من خلال العلاقات التالية
- عندما يكمل الجسم دورة واحدة كاملة فإن:

$\boldsymbol{\theta = 2\pi}$ → الازاحة الزاوية

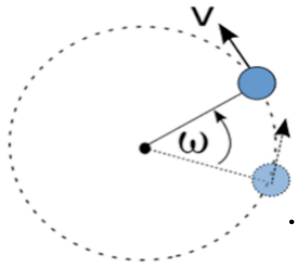
$\boldsymbol{S = 2\pi r}$ → طول القوس

- بقسمة المعادلتين على بعض نحصل على التالي:

$$\frac{\boldsymbol{\theta}}{\boldsymbol{S}} = \frac{\boldsymbol{2\pi}}{\boldsymbol{2\pi r}} = \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{r}} \Rightarrow \boldsymbol{\theta} = \frac{\boldsymbol{S}}{\boldsymbol{r}} \Rightarrow \boldsymbol{S = r\,\theta}$$

$$\boldsymbol{S = r\,\theta}$$

- تدريب الطلاب على تطبيق المعادلة السابقة في حل تطبيقات عددية مع التأكيد على أن الوحدة المستخدمة لقياس الازاحة الزاوية (Θ) هي الراديان (rad) دائماً.



- السرعة (Speed) في الحركة الدائرية

الجسم المتحرك حركة دائرية له سرعة خطية (v) وسرعة دائرية (ω).

- السرعة الخطية (Linear Speed) أو السرعة المماسية (Tangential Speed) (v)

هي السرعة العددية تصف تغير المسافة (طول القوس) المقطوعة خلال وحدة الزمن على المسار الدائري وتسمى بالسرعة المماسية باعتبار أن اتجاه الحركة يمثله المماس المرسوم للدائرة، ويرمز لها بالرمز (v) وتقدر بوحدة (m / s) وتحسب من العلاقة:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2\pi r}{T}$$

السرعة العددية هي النسبة بين كميتين عدديتين هما طول القوس المقطوع (وهي كمية عددية) والزمن المستغرق لقطعه (وهو كمية عددية أيضاً)

- السرعة الدائرية (Rotational speed) والسرعة الزاوية (Angular speed)

١- السرعة الزاوية: هي مقدار الزاوية بالراديان التي يمسحها نصف القطر في وحدة الزمن.

وتستخدم للتعبير عن سرعة دوران جسم او نقطة حول محور او مركز دوران

بالرمز (ω) وتقدر بوحدة (rad / s) وتحسب من العلاقة: $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

٢- السرعة الدائرية: هي عدد الدورات في وحدة الزمن.

وتستخدم للتعبير عن سرعة دوران الجسم حول محوره ومن الشائع أن يعبر عنها بوحدة (Revolutions per minute RPM) الدورة المدارية في الدقيقة

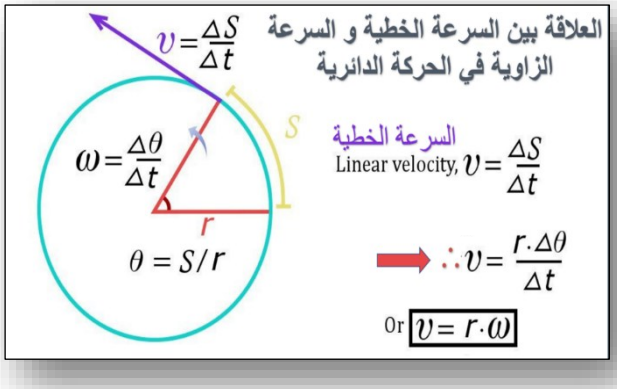
كما يمكن التعبير عنها بنفس وحدة السرعة الزاوية (rad/s) الراديان في الثانية.

تسمى السرعة الدائرية أحياناً بالسرعة الزاوية فكلاهما مرتبطين ويتم حسابهم بالعلاقات التالية:

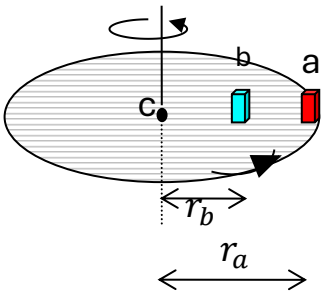
$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega = \frac{N_{(rev)}}{t_{(s)}} = 2\pi\, N_{(rad)}/t_{(s)}$$

٣- العلاقة بين السرعة المماسية(v) والسرعة الزاوية (ω) والمسافة من محور الدوران (r) في أي نظام جاسئ صلب (النظام الذي تتحرك جميع أجزائه بنفس السرعة الزاوية(ω) تكون من خلال العلاقة التالية على الرغم من أن السرعة المماسية تتغير حسب بعدها عن مركز الدوران)



٤- مقارنة السرعتين، المماسية (الخطية) والزاوية (الدائرية) للمكعبين الموضوعين على قرص تسجيل فوتوغرافي يدور حول محور ثابت (كنظام جاسئ صلب يدور بسرعة زاوية محدده) واستنتاج أن:



$$(\omega_a = \omega_b) \rightarrow \left(\frac{v_a}{v_b} = \frac{r_a}{r_b}\right) \rightarrow (v_a \rangle v_b)$$

٥- التأكيد على انعدام السرعة الخطية عند المركز (المحور) مع وجود سرعة زاوية ثابتة.

$$(v = \omega r \ ، \ r = 0 \ ، \ v = 0)$$

٦- يجب حل أمثلة عددية على مفهوم السرعة الخطية (المماسية) والسرعة الزاوية لتأكيد المفهوم وتعزيزه نظراً لأهميته.

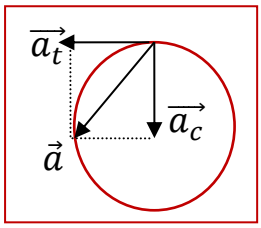
العجلة الخطية ($\vec{a}$) والعجلة الزاوية ($\overrightarrow{\theta''}$) مراعاة ما يلي:

٧- العجلة تكون لجسم سرعته متغيرة في (المقدار أو الاتجاه أو المقدار والاتجاه معاً) ويكون هذا الجسم خاضعاً لتأثير قوة وحيدة أو قوى غير متزنة

٨- التأكيد على أن الجسم المتحرك حركة دائرية له عجلتان:

- عجلة خطية ($\vec{a}$)
- عجلة دائرية ($\vec{\theta}$)

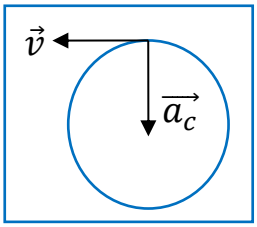
٩- **العجلة الخطية ($\vec{a}$)** كمية متجهة وتساوي تغير السرعة المتجهة بالنسبة إلى الزمن، وتكون دائماً باتجاه محصلة القوى المُحدثة لها وتقدر بوحدة (m / s^2)، ويتم تحليل العجلة الخطية إلى مركبتين متعامدتين للعجلتين، العجلة المماسية ($\overrightarrow{a_t}$) والعجلة المركزية ($\overrightarrow{a_c}$) كما في الشكل (1).



الشكل (1)

١٠- اتجاه العجلة المماسية ($\overrightarrow{a_t}$) يكون دائماً منطبق على اتجاه السرعة المماسية ($\overrightarrow{v_t}$).

١١- اتجاه العجلة المركزية ($\overrightarrow{a_c}$) عمودي على متجه السرعة المماسية ($\overrightarrow{v_t}$)، وتكون دائماً باتجاه المركز كما بالشكل (2).



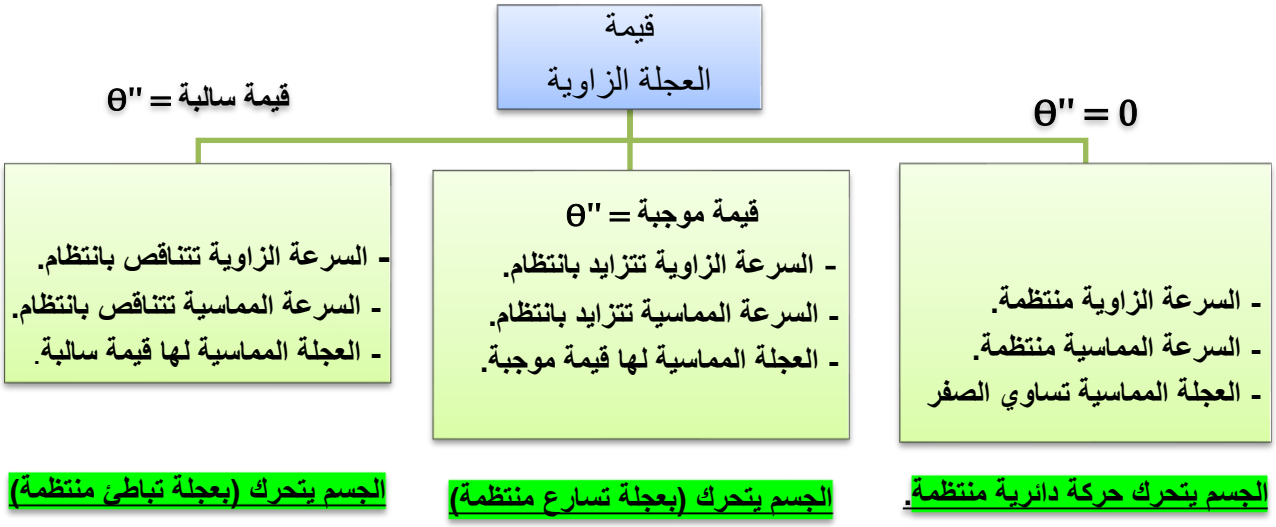
الشكل (2)

١٢- تنشأ العجلة الزاوية (الدائرية) من تغيّر مقدار السرعة الزاوية ($\Delta\omega$) خلال الزمن.

$$\theta'' = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

وتُقاس العجلة الزاوية بحسب النظام الدولي للوحدات بوحدة (rad/s^2).

١٣- العجلة الزاوية هي كمية متجهة ويرمز لها بالرمز θ''



١٤- الجسم المتحرك حركة دائرية منتظمة (يقطع أقواساً متساوية خلال أزمنة متساوية)، فتكون حركته بسرعة خطية ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه لحظياً، وذلك بسبب تأثير القوة المركزية العامودية على اتجاه السرعة المماسية، فالقوة المركزية تُنشأ عجلة مركزية $(\overrightarrow{a_c})$ تقوم بتغيير اتجاه السرعة المماسية لحظيا.

١٥- المركبة المماسية للعجلة $(\vec{a}_t)$ في الحركة الدائرية المنتظمة والتي لها نفس اتجاه السرعة المماسية يكون مقدارها صفر لثبات مقدار السرعة المماسية والسرعة الزاوية للجسم، بينما العجلة المركزية فيكون لها مقدار ثابت ويُحسب من العلاقة:

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

العجلة في الحركة الدائرية

حركة دائرية منتظمة العجلة

العجلة الخطية (a)
تتحلل الى مركبتين

العجلة المماسية(a_t)

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

العجلة المركزية(a_c)

$$a_c = \frac{v^2}{t}$$

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_c^2}$$

العجلة الزاوية (θ'')
تنتج من تغير السرعة الزاوية ($\Delta\omega$) خلال الزمن

$$\theta'' = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

الحركة الدائرية المنتظمة (منتظمة السرعة)

العجلة الخطية (a)
تتحلل إلى مركبتين

العجلة المركزية(a_c)

$$a_c = \frac{v^2}{t}$$

العجلة المماسية(a_t)

بما أن السرعة منتظمة

فإن($\Delta v = 0$)

$$a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t} =$$ صفر

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_c^2}$$

$$a = \sqrt{0^2 + a_c^2} = a_c$$

العجلة الزاوية (θ'')
بما أنها منتظمة السرعة

$$\Delta\omega = 0$$

فإن العجلة الزاوية تساوي صفر

$$\theta'' = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = 0$$

ملاحظة: ممكن تقديم البند (7) عند مناقشة الجزء (2.3) السرعة الدائرية (الزاوية)(ω) قبل البند (3).

- بند (8) ص51 معلق (معادلات الحركة الدائرية منتظمة العجلة).

(٢-٢) القوة الجاذبة المركزية (Centripetal Force)

عند تدريس هذا الجزء نرجو مراعاة ما يلي:

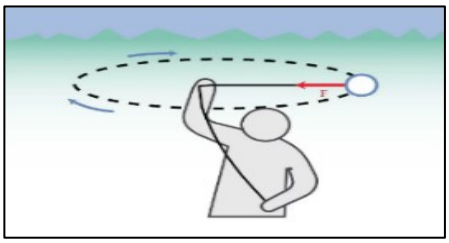
أولاً: الأهداف العامة

1-يذكر مفهوم القوة الجاذبة المركزية.

2-يعدد تطبيقات القوة الجاذبة المركزية في الحياة العلمية.

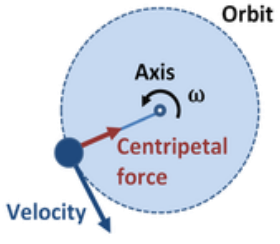
ثانياً: التأكيد على بعض البنود المهمة في هذا الجزء

- **تذكير المتعلمين بنص قانون نيوتن الأول والثاني.**
- **تذكير المتعلمين بتأثير قوى الاحتكاك على حركة الأجسام، حيث إنها قوى معيقة للحركة وتكون باتجاه معاكس لها وأنها تعتمد على طبيعة الأسطح المتلامسة ومدى القوة التي يؤثر بها كل من السطحين على الآخر حين مناقشة الانزلاق على المنعطفات الأفقية.**
- **تذكير المتعلمين أن الجسم المتحرك بسرعة منتظمة في مسار دائري نصف قطره (r)، له عجلة مركزية ($\vec{a_c}$) اتجاهها نحو مركز الدائرة وعمودياً على اتجاه السرعة المماسية وذلك نتيجة للتغير في اتجاه السرعة المماسية لحظياً وأن مقدارها يحسب من خلال العلاقة:**



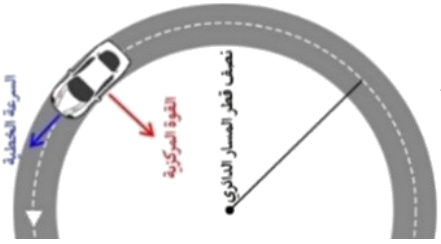
$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

- **تشويق المتعلمين لموضوع الدرس من خلال تطبيق نشاط بسيط (حركة جسيم معلق في نهاية خيط حركة دائرية منتظمة) والتساؤل هنا لقد تعرفنا على أن الجسم المتحرك في حركة دائرية منتظمة، يتحرك بسرعة ثابتة المقدار، متغيرة الاتجاه لحظياً بسبب تأثير العجلة المركزية ($\vec{a_c}$).**
- **لفت انتباه المتعلمين من خلال النشاط السابق إلى أنه يجب أن تسحب الخيط باستمرار إلى الداخل (قوة الشد) لتحافظ على دوران الكتلة فوق رأسك في مسار دائري وعند افلات الخيط سوف تخرج الكتلة عن المسار الدائري ومنها يتوصل المتعلم إلى مفهوم القوة الجاذبة المركزية بأنها القوة التي تسبب الحركة الدائرية للكتلة ويكون اتجاهها دائماً نحو مركز الدائرة.**

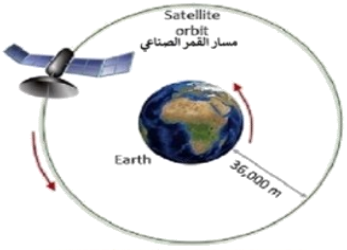


- **مسمى القوة الجاذبة المركزية يطلق على أي قوة عمودية على المسار الدائري وعلى اتجاه سرعة جسم المتحرك واتجاهها نحو مركز المسار دائماً كما بالشكل المقابل.**

- **من أنواع القوة المركزية التي يجب مناقشتها مع المتعلمين:**



- **قوة الاحتكاك هي القوة اللازمة لتمكين سيارة من الحركة في مسار دائري مستوٍ وان غيابها يجعل السيارة تخرج عن مسارها الدائري وتنزلق على الطريق.**



- **قوة الجاذبية الأرضية هي القوة اللازمة لجعل قمر اصطناعي ما يدور حول الأرض في مدار دائري.**
- **قوة الجذب الكهربائية بين النواة والإلكترونات هي المسبب لدوران الإلكترونات حول النواة وهي مثال للقوة الجاذبة المركزية.**

- **القانون الأول لنيوتن ينص على أن الجسم لا يحتاج إلى قوة ليحافظ على حركته الخطية المنتظمة (بسرعة ثابته المقدار والاتجاه)، ومن خلاله نستنتج عند توافر قوة خارجية يستطيع الجسم تغيير اتجاهه واكتساب عجلة وهذه القوة عندما تكون عمودية على اتجاه الحركة فإنها تجعل الجسم يتحرك في مسار دائري وبالتالي ونتيجة لتغير اتجاه السرعة تتواجد العجلة وعند تطبيق القانون الثاني لنيوتن يمكن حساب القوة.**

حسب قانون نيوتن الثاني ($\sum \vec{F} = m\vec{a}$)، فإن أي جسم يسير بعجلة لابد من وجود محصلة قوى تعمل عليه واتجاهها يكون باتجاه العجلة. وبناءً على ذلك فإن الجسم المتحرك حركة دائرية منتظمة لابد من وجود محصلة قوى تعمل عليه باتجاه عمودي على اتجاه سرعته لتكسبه عجلة مركزية مقدارها

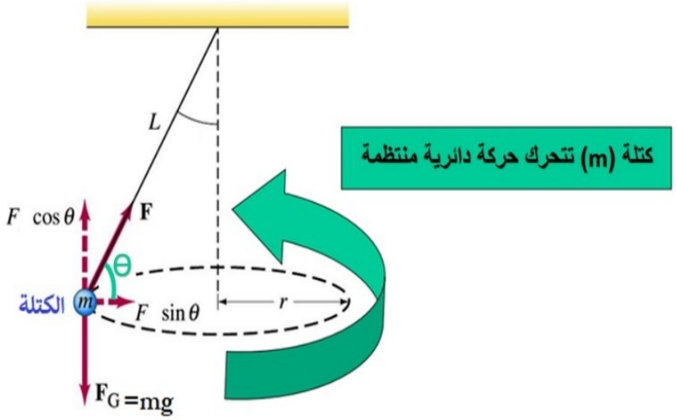
$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

- **ومحصلة هذه القوى تسمى القوة المركزية، يرمز لها بالرمز (Fc) ومقدارها يحسب من خلال القانون الثاني لنيوتن كالتالي:**

$$F_C = ma_c = m\frac{v^2}{r}$$

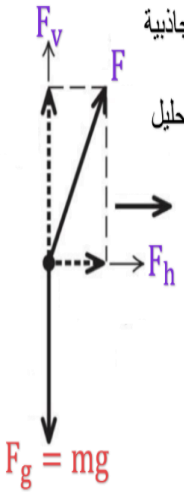
- **مناقشة مثال لكتلة مثبته بطرف خيط تتحرك حركة دائرية منتظمة ورسم مخطط القوى المؤثرة عليها كما يلي:**

من خلال تحليل قوة الشد في الخيط (F) إلى مركبتين متعامدتين هما المركبة الرأسية (vertical) والمركبة الأفقية (Horizontal) كما يلي: $\vec{F} = \vec{F_v} + \vec{F_h}$



تؤثر على الكتلة قوتان، قوة شد الخيط (F) و قوة الجاذبية الأرضية كما بالشكل التالي

و لإيجاد محصلة القوى المؤثرة على الكتلة نقوم بتحليل قوة الشد إلى مركبتين متعامدتين و نستنتج أن

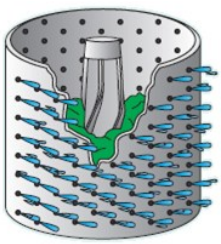


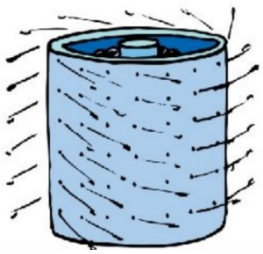
$$\because \vec{F_v} = -\vec{F_g}$$
$$\therefore \sum F_y = 0$$

$$\because \sum F_x = \vec{F_h}$$
$$\therefore \vec{F_h} = \vec{F_c} = m\vec{a_c} = m\frac{v^2}{r}$$

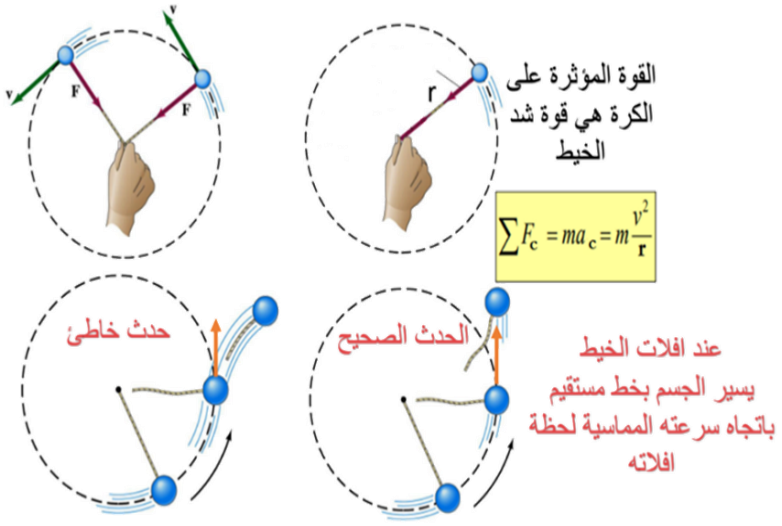
القوة الجاذبة المركزية هي محصلة القوى المؤثرة على كتلة تتحرك حركة دائرية منتظمة، وتكسبها عجلة (تسارعاً) مركزياً يتناسب مقداره مع مربع السرعة الخطية، ويتناسب عكسيا مع نصف قطر المسار.

- **ويجب الإشارة هنا إلى التطبيقات التي وردت في كتاب الطالب (تطبيق آلة تجفيف الملابس)، حيث حركة الحوض في غسالة الملابس حركة دائرية يفرض بدورانه على جزيئات الماء الملتصقة بأجزاء الملابس أن تدور في مسار دائري، وعندما تزيد السرعة تصبح قوة التصاق جزيئات الماء بالملابس غير كافية للاحتفاظ بحركتها الدائرية فتتطاير جزيئات الماء في اتجاه المماس لمحيط الدائرة التي كانت تسير فيها تلك الجزيئات وهكذا يتم تخليص الملابس منها.**





- تفسير ماذا يحدث عند انقطاع الخيط (كما في النشاط السابق- لجسم مربوط بخيط ويتحرك حركة دائرية منتظمة في المستوى الأفقي).



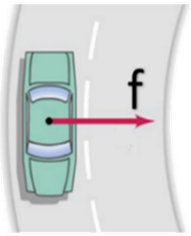
التفسير:

بحسب القانون الأول لنيوتن، عند زوال قوة شد الخيط المؤثرة على الجسم و هي القوة الجاذبة المركزية، تصبح محصلة القوى المؤثرة عليه في الاتجاه الافقي تساوي صفر، (باهمال قوة الاحتكاك)، بالتالي يتابع الجسم حركته بحركة خطية منتظمة.

- التأكيد على تطبيقات حول القوة الجاذبة المركزية (F_c) في الحياة العملية، ومنها الانزلاق على المنعطفات الأفقية.
- يجب تحليل القوى المؤثرة على جسم (سيارة مثلاً) يتحرك على مسار دائري أفقي كما يلي:

١- قوة وزن الجسم ($\vec{F}_g = \vec{W} = m\vec{g}$) باتجاه رأسياً نحو الأسفل.

٢- قوة رد فعل السطح على الجسم (N)، وهذه القوة تؤثر عمودياً على السطح نحو الأعلى.





٣- قوة الاحتكاك (f) بين الجسم (عجلات السيارة) وسطح الطريق، واتجاهها نحو مركز المسار الدائري وهي تمثل القوة المركزية (F_c) كما بالشكل التالي:

- العلاقة الرياضية لحساب قوة الاحتكاك ($\vec{f} = \mu\vec{N}$)
- معامل الاحتكاك (μ) هو نسبة قوة الاحتكاك ($\vec{f}$) على قوة ردّ الفعل ($\vec{N}$).

$$N = mg$$

$$\overrightarrow{F_C} = m\frac{v^2}{r}, \vec{f} = \mu\, mg \;\; \therefore \vec{F}_c = \vec{f}$$

$$v = \sqrt{f.\frac{r}{m}} = \sqrt{\mu N \frac{r}{m}} = \sqrt{\mu.g.r}$$

السرعة القصوى الآمنة التي يجب ألا يتجاوزها الجسم المتحرك عند عبوره منعطفاً دائرياً مستوياً (أفقي)

- **التأكيد على أهمية قوى الاحتكاك ($\vec{f}$) ومقدار معامل الاحتكاك على ثبات دوران الأجسام على مسار أفقي دون انزلاقها، وحساب القوة الأفقية اللازمة لإبقاء السيارة على مسارها (القوة المركزية) ومقارنته بمقدار قوة الاحتكاك ($\vec{f}$) في حالات مختلفة من الأسطح (معامل احتكاك مختلف لكل سطح).**

رابعاً: توجيهات الفصل الثالث (مركز الثقل)

يتكون هذا الفصل من (3) دروس

عدد الحصص المُقررة لتدريس هذه المواضيع (7حصص دراسية) موزعة كالتالي

(٣-١) مركز الثقل (Center of Gravity)

عند تدريس هذا الجزء نرجو مراعاة ما يلي:

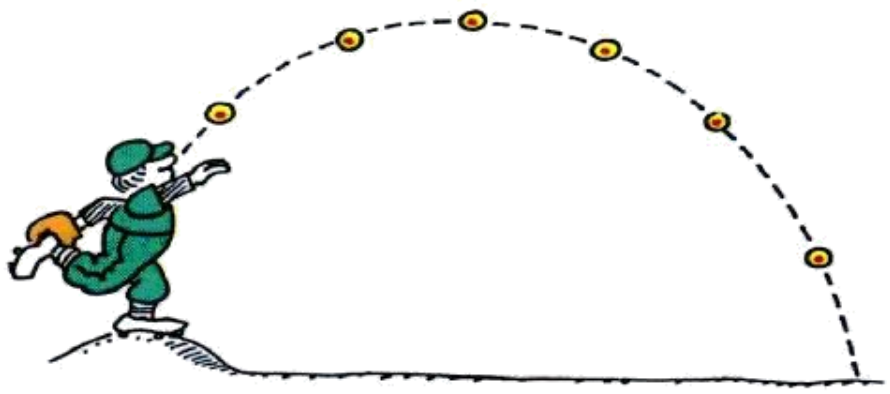
الدرس 3-1	مركز الثقل	حصتان
الدرس 3-2	مركز الكتلة	حصة واحدة
الدرس 3-3	تحديد موضع مركز الكتلة أو مركز الثقل	4 حصص
الدرس 3-4	انقلاب الأجسام	معلق لهذا العام
الدرس 3-5	الاتزان والثبات	معلق لهذا العام
الدرس 3-6	مركز ثقل جسم الإنسان	معلق دراسته هذا العام

أولاً: الأهداف العامة

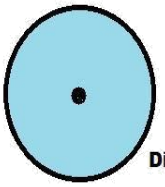
١- يذكر مفهوم مركز الثقل.
٢- يستنتج أن حركة الجسم تتمثل بحركة مركز ثقله.

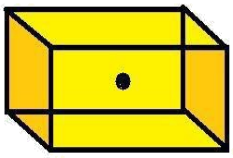
ثانياً: التأكيد على بعض البنود المهمة في هذا الجزء

- **عند قذف أي جسم في الهواء نجد أن مركز ثقله يتبع مساراً منتظماً على شكل قطع مكافئ قبل أن يصل إلى الأرض.**
- **القطع المكافئ الحقيقي = القطع المكافئ المثالي وهو شكل المسار الذي يسلكه المقذوف بزاوية أكبر من الصفر وأقل من(90^o) تحت تأثير وزنة فقط (أي بغياب قوى احتكاك الهواء)**

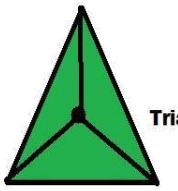


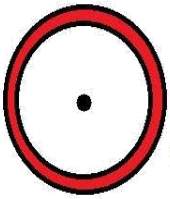
- **مركز الثقل هو نقطة تأثير ثقل الجسم ويمكن تعريفة بأنه النقطة التي تقع عند الموضع المتوسط لثقل الجسم الصلب المتجانس.**





- **الجسم المنتظم المتجانس هو الجسم متماثل التكوين منتظم الشكل.**

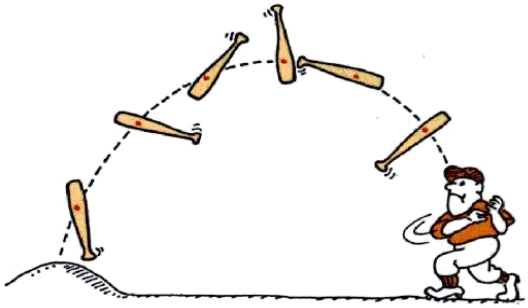




- **ينطبق كلاً من مركز الثقل ومركز الكتلة في الاجسام المنتظمة المتجانسة على المركز الهندسي عند نقطة مادية إذا كان الجسم مصمت أو نقطة غير مادية (خارج الجسم) إذا كان الجسم مجوف.**

- **عند إلقاء مضرب كرة القاعدة فإنه لا يتبع المسار المنتظم نفسه إنما يدور أثناء حركته في الهواء والملاحظ أنه يدور حول نقطة معينة ترسم حركتها مسار قطع مكافئ.**

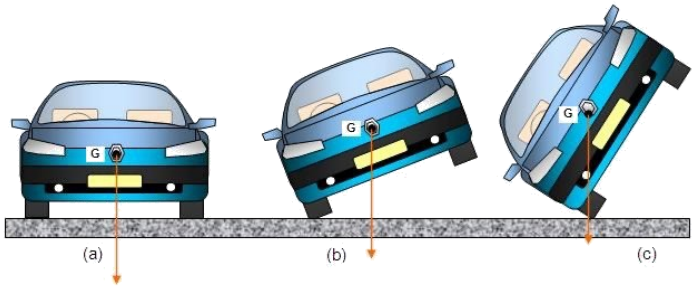
- **حركة مضرب كرة القاعدة هو محصلة حركتين هما**
  - **حركة دورانية حول هذه النقطة.**
  - **حركة انتقالية في الهواء يبدو فيها أن ثقل المضرب مركز في هذه النقطة التي يرتكز عليها ثقل المضرب.**



- **الاجسام غير المنتظمة ومتماثلة التكوين: ينطبق كل من مركز الثقل ومركز الكتلة على المركز الهندسي عند نقطة مادية أو نقطة غير مادية (خارج الجسم) تكون أقرب إلى الجزء الأثقل والأكبر كتلة.**

- **الاجسام غير متماثلة التكوين (كرة ملئ نصفها بمادة الرصاص): مركز الثقل ينطبق على مركز الكتلة عند نقطة لا تنطبق على مركزه الهندسي وتكون أقرب للجزء الأكبر كتلة والأثقل.**

- **تذكير الطلاب <u>دون إسهاب</u> بأن لمركز الثقل دور في ثبات وسائل النقل واتزانها، وأي خطأ في تحديد مركز الثقل قد يؤدي إلى حدوث كوارث.**



(٣-٢) مركز الكتلة (Center of Mass)

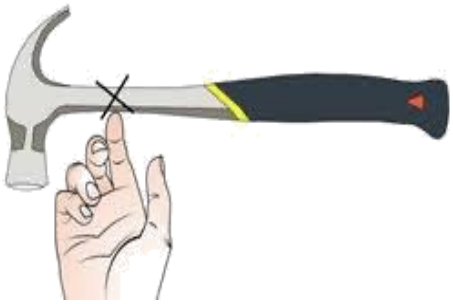
عند تدريس هذا الجزء نرجو مراعاة ما يلي:

أولاً: الأهداف العامة

١- يذكر مفهوم مركز الكتلة
٢- يستنتج الفرق بين مركز الكتلة ومركز الثقل.

ثانياً: التأكيد على بعض البنود المهمة في هذا الجزء

- **تذكير المتعلمين بأن اعتبار الجسم دائما كتلة نقطية هو حالة تستخدم في الحركة الانتقالية ولا تصح في حالة الأجسام التي تتحرك بحركة مركبة (مثل حركة مضرب الكرة).**
- **مركز الكتلة يسمي أيضاً مركز العطالة.**
- **في الأجسام الصغيرة لا يوجد اختلاف في قوة الجاذبية على أجزائه، وبالتالي يكون مركز الثقل ومركز الكتلة منطبقين ويمكن استخدام أي منهما للتعبير عن الأخر.**
- **مركز الكتلة لجسم كتلته موزعة بشكل متجانس، ولا تتغير كثافته من نقطة الى أخري، ينطبق على مركزه الهندسي مثال على ذلك القرص.**
- **مركز الكتلة يكون أقرب إلى الجزء ذي الكتلة الأكبر في الأجسام غير منتظمة الشكل مثل مطرقة حديدية.**



- **القذيفة التي تنفجر في الهواء كالألعاب النارية يتحرك مركز كتلتها قبل انفجارها على مسار قطع مكافئ وبعد الانفجار تتحرك الشظايا المتناثرة مبتعدة عن مركز كتلتها في كل الاتجاهات راسمة قطوع مكافئة مختلفة في حين يتابع مركز كتلتها حركته على مساره القديم نفسه.**

(٣-٣) تحديد موضع مركز الكتلة أو مركز الثقل.

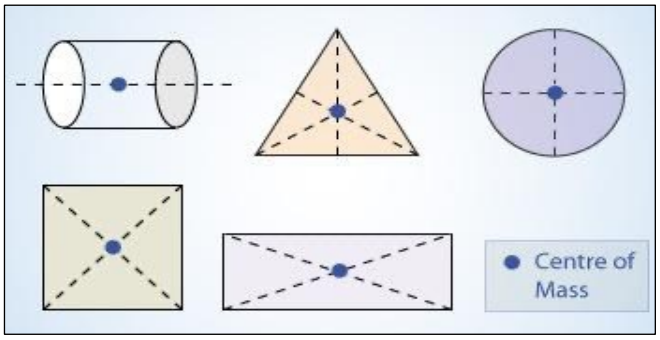
عند تدريس هذا الجزء نرجو مراعاة ما يلي:

أولاً: الأهداف العامة

١- يحدد عملياً موضع مركز الكتلة لأجسام منتظمة الشكل.
٢- يحدد عملياً موضع مركز الكتلة لأجسام غير منتظمة الشكل.
٣- يحسب رياضياً موقع مركز الكتلة لجسمين.
٤- يحسب رياضياً موقع مركز الكتلة لنظام مؤلف من أكثر من كتلة نقطية.

ثانياً: التأكيد على بعض البنود المهمة في هذا الجزء

- **عند تطبيق قوة على الجسم في مركز ثقله بحيث تكون معاكسة لقوة ثقله في الاتجاه ومساوية لها في المقدار سيؤدي إلى توازن الجسم.**
- **تدريب المتعلمين علي:**
  - ❖ **كيفية تحديد موضع مراكز ثقل الأجسام المتجانسة مثل حلقة دائرية، قرص، ورقة مستطيلة.**
  - ❖ **كيفية تحديد موضع مركز الثقل لجسم منتظم الشكل وأخر غير منتظم الشكل.**
  - ❖ **كيفية تحديد موضع مركز الثقل للأجسام المصمتة ومنتظمة الشكل والمجوفة.**
- **مركز ثقل الجسم المتجانس يقع على المركز الهندسي.**
- **مركز الثقل في الأجسام المصمتة ومنتظمة الشكل هو المركز الهندسي الذي يقع داخل الجسم ويجعله يتوازن إذا وضع على حامل.**



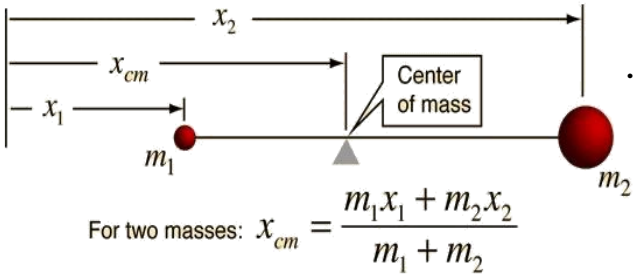
- **بعض الاجسام غير منتظمة الشكل يصعب تحديد مركزها الهندسي فيحدد مركزها الهندسي والكتلي بالطريقة التجريبية (عملياً).**

- مركز ثقل بعض الأجسام ليس نقطة مادية موجودة على الجسم فمركز ثقل الكرسي يقع أسفله، ومركز ثقل الفنجان يقع داخل التجويف.

- تدريب المتعلمين علي:

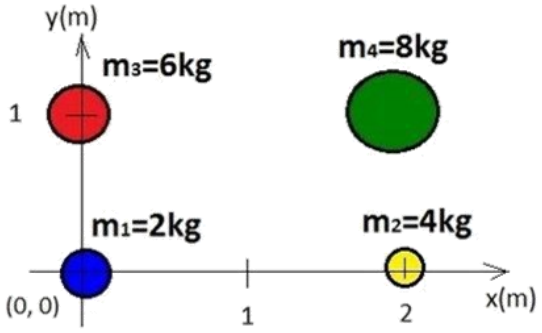
استخدام العلاقة $x_{c.m} = \frac{m_1x_1+m_2x_2}{m_1+m_2}$.

لحساب مركز كتلة جسمين نقطيين.



استخدام العلاقة $\vec{R}_{c.m} = \frac{m_1\vec{r}_1+m_2\vec{r}_2+\cdots.}{m_1+m_2+\cdots.}$

لحساب موضع مركز كتلة عدة كتل موجودة في مستوى واحد.



- موقع مركز الكتل لا يعتمد على طريقة اختيارنا لمحاور الإحداثيات، بل على توزيع الجسيمات المؤلفة للنظام.
- بند (6)ص82 مركز كتلة عدة كتل نقطية موجودة في الفراغ معلق