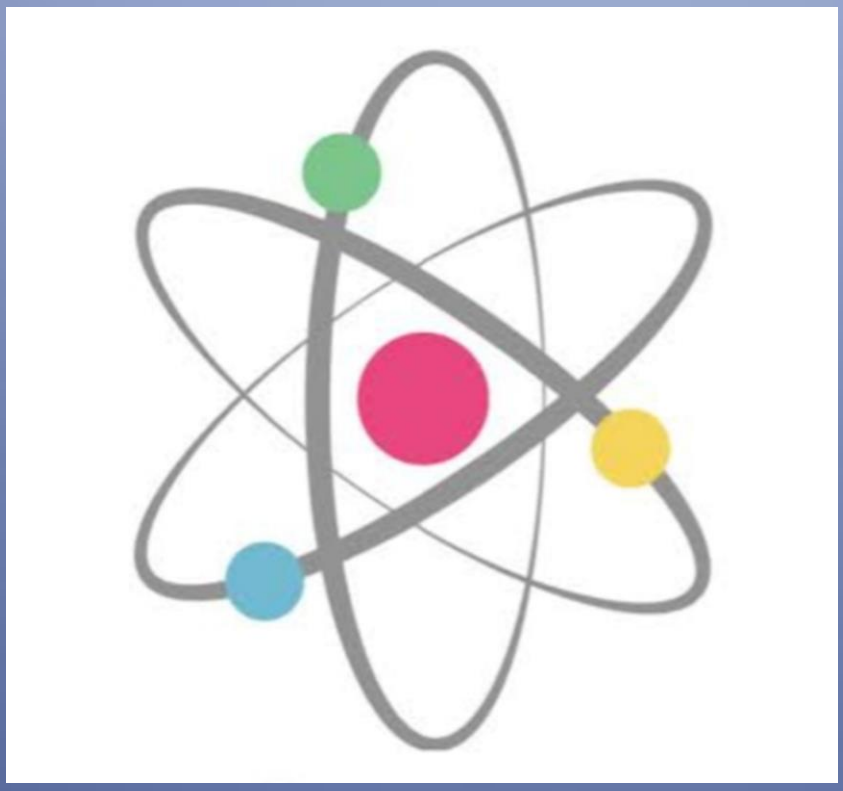


تجميع هيكل الفيزياء صف تاسع متقدم2024

اعداد مستر احمد ياسين

Whatsapp: +201019523744

1 تحديد مكونات المتجه في نظام الإحداثيات الديكارتية باستخدام علم المثلثات

الاتجاه في الأنظمة الإحداثية في مسألة من مسائل القوى في بعدين، ينبغي أن تحدد بدقة نظامك الإحداثي لأن اتجاه أي متجه سيُحدد بالنسبة إلى هذه الإحداثيات. نعرّف اتجاه المتجه بالزاوية التي يكوّنها المتجه مع المحور x، التي تُقاس عكس اتجاه عقارب الساعة من المحور x الموجب. في **الشكل 5**، تمثل زاوية (θ) اتجاه المتجه $(\boldsymbol{A})$. لا تتطلب جميع الحسابات الجبرية إلا مركبات المتجهات وليست المتجهات نفسها.

بالإضافة إلى قياس أطوال متجهات المركبات بيانيًا، يمكنك إيجاد المركبات باستخدام حساب المثلثات. تُحسب المركبات باستخدام المعادلات التالية.

$$\cos\theta = \frac{\text{الضلع المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{A_x}{A}\text{؛ بما أن، } A_x = A\cos\theta$$

$$\sin\theta = \frac{\text{الضلع المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{A_y}{A}\text{؛ وبالتالي، } A_y = A\sin\theta$$

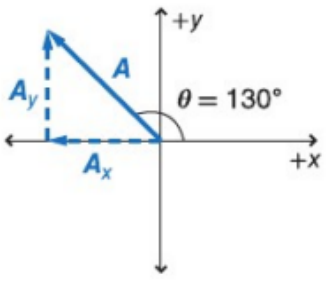
مثال :

- **A** موجود في الربع الثاني
- توقّع أن تكون A_x قيمة سالبة

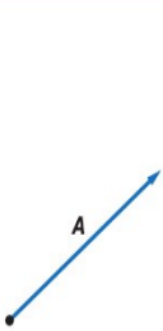
$$A_x = A\cos\theta = (5.0\text{ N})\cos 130° = -3.2\text{ N}$$

- توقّع أن تكون A_y قيمة موجبة

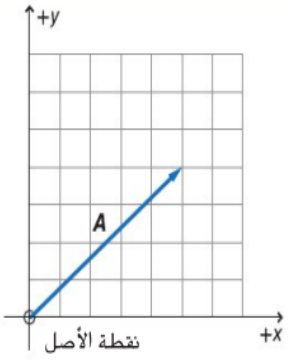
$$A_y = A\sin\theta = (5.0\text{ N})\sin 130° = 3.8\text{ N}$$



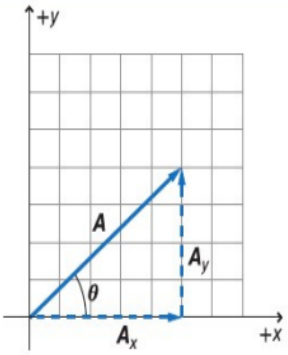
2 حلل المتجه إلى متجهين متعامدين في نظام الإحداثيات الديكارتية



يمكنك أن تضع المتجه على أي نظام إحداثي طالما ظل اتجاه المتجه وطوله من دون تغيير.



يمكن تدوير النظام الإحداثي حتى يسهل حل المسألة.



إذا جُمعت مركبات متجه مع بعضها، فإنها تكوّن المتجه الأصلي.

متجهات المركبات يتيح لك تحديد نظام إحداثي وصف متجه بطريقة مفيدة للغاية. المتجه A المرسوم في الصورة اليمنى الموضحة في **الشكل 4**، على سبيل المثال، يمكن وصفه الآن بأنه انتقل 5 وحدات في اتجاه x الموجب و4 وحدات في اتجاه y الموجب. يمكنك تمثيل هذه المعلومات في شكل متجهين مثل المتجهين A_x وA_y الموضحين في الرسم. لاحظ أن A_x يوازي المحور x وA_y يوازي المحور y. بالإضافة إلى ذلك، يمكنك أن تعرف أنه إذا جمعت A_x وA_y، فإن المحصلة ستكون المتجه الأصلي، A. يمكن تقسيم المتجه إلى **مركباته** وهي متجه موازٍ للمحور x ومتجه آخر موازٍ للمحور y. يمكن إجراء هذا دائمًا، وتُعد معادلة المتجهات التالية صحيحة دائمًا.

$$A = A_x + A_y$$

تُسمى عملية تقسيم المتجه إلى مركباته هذه أحيانًا **تحليل المتجه**. لاحظ أن المتجه الأصلي هو وتر مثلث قائم الزاوية. يعني هذا أن مقدار المتجه الأصلي سيكون دائمًا أكبر من أو يساوي مقدار أي مركبة.

3	ارسم مخطط الجسم الحر وطبق قانون نيوتن الثاني على جسم يتحرك على سطح أفقي يشتمل على احتكاك

الشكل 10 تتوازن القوة المطبقة مع الاحتكاك السكوني حتى تصل إلى الحد الأقصى. عند تجاوز هذا الحد، يبدأ الجسم في التحرك.

حدد نوع قوة الاحتكاك المؤثرة في الأريكة عندما تبدأ في التحرك.

تتسارع حركة الأريكة عندما تتجاوز القوة المطبقة الحد الأقصى لقوة الاحتكاك السكوني.

يزداد الاحتكاك السكوني ليصل إلى أقصى حد ليُحقق التوازن مع القوة المطبقة.

أنواع الاحتكاك يوجد نوعان من الاحتكاك. عندما دفعت كتابك على سطح المكتب، تأثر الكتاب بنوع من الاحتكاك يؤثر في الأجسام المتحركة. تُعرف قوة الاحتكاك هذه باسم **الاحتكاك الحركي**، و يؤثر بها سطح على سطح آخر عندما يحدث احتكاك بين السطحين ناتج عن حركة أحد السطحين أو كليهما.

لفهم النوع الآخر من الاحتكاك، تخيّل أنك تحاول دفع أريكة على سطح الأرضية كما هو موضح في يسار **الشكل 10**. تدفعها بقوة صغيرة، لكنها لا تتحرك. نظرًا لعدم تسارعها، وبالرجوع لقوانين نيوتن فإن محصلة القوة المؤثرة في الأريكة يجب أن تساوي صفرًا. لذا لا بد من أن هناك قوة أفقية ثانية تؤثر في الأريكة، قوة تكون معاكسة للقوة التي تؤثر بها في الاتجاه ومساوية لها في المقدار. تُعرف هذه القوة باسم **الاحتكاك السكوني**، الذي يُمثّل القوة المؤثرة على أحد الأسطح من سطح آخر في حالة عدم وجود حركة بين السطحين. يجب أن تدفع بقوة كبيرة.

إذا كانت الأريكة لا تزال ساكنة، فذلك يعني أن قوة الاحتكاك السكوني تزداد بزيادة القوة التي تؤثر بها على الأريكة. وأخيرًا عندما تدفع بقوة كبر بحيث تبدأ الأريكه في التحرك الأريكة في التحرك كما هو موضح في يمين **الشكل 10**. يوجد حد أقصى لمقدار قوة الاحتكاك السكوني يمكنها أن تصل إليه. بمجرد أن تصبح القوة التي تطبقها أكبر من الحد الأقصى لهذا الاحتكاك السكوني، تبدأ الأريكة في التحرك ويبدأ الاحتكاك الحركي في التأثير فيها.

4	تعريف معاملات الاحتكاك الحركي والسكوني / يميز بين الاحتكاك الساكن والحركي

27. **الفكرة الرئيسة** قارن بين الاحتكاك السكوني والاحتكاك الحركي. ما أوجه الشبه بين قوى الاحتكاك. وما أوجه الاختلاف بينها؟

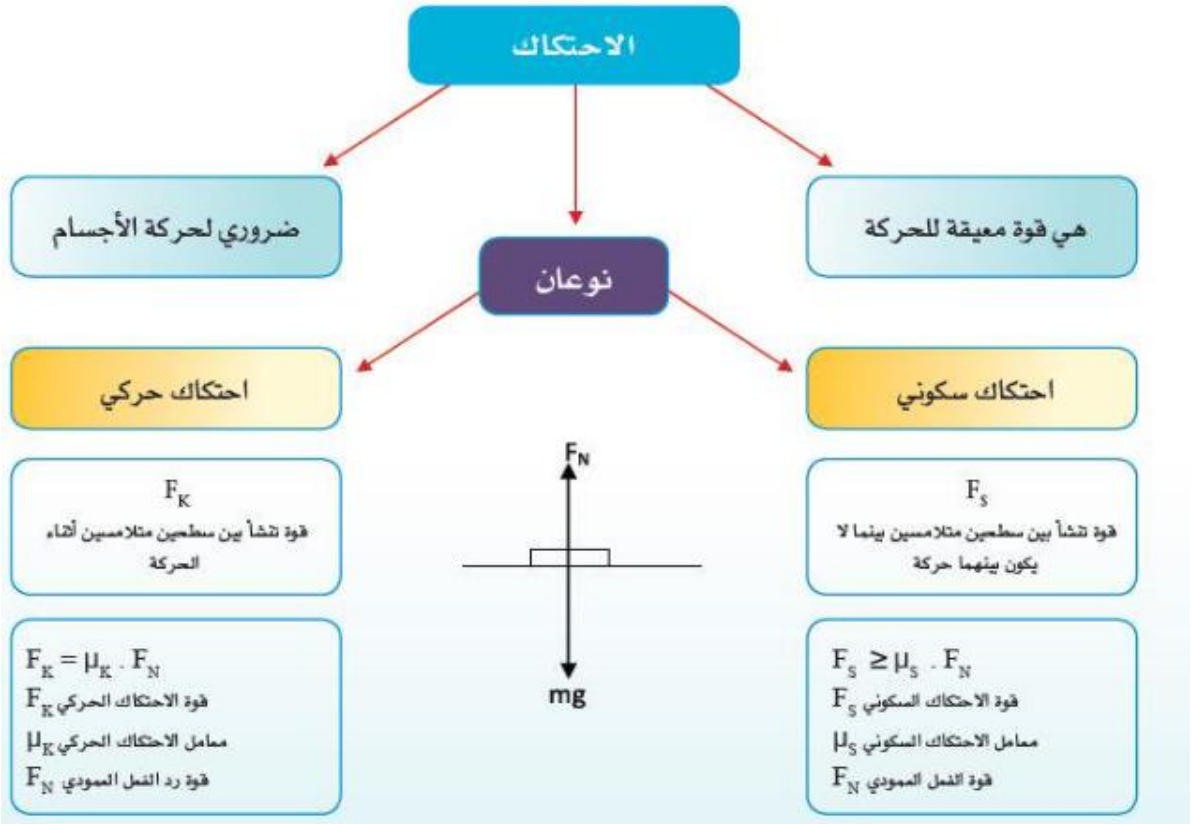
اوجه الشبه

1. ينتج كلاهما من سطحين يحك احدهما في الاخر
2. يعتمد كلاهما علي القوة العموديه بين هذين السطحين
3. يؤثران في عكس اتجاه القوة المؤثره

اوجه الاختلاق

1. يبذل الاحتكاك السكوني عندما لا توجد حركه نسبية بين السطحين
2. يبذل الاحتكاك الحركي عندما توجد حركه نسبية بين السطحين
3. معمل الاحتكاك السكوني اكبر من معامل الاحتكاك الحركي لنفس السطحين

ملحوظه .....



5	تذكر أن الجسم المتزن، يجب أن تكون القوة المحصلة المؤثرة عليه صفر

تذكّر أن الجسم يتزن عندما تكون محصلة القوى المؤثرة فيه صفرًا. وطبقًا لقوانين نيوتن، لا يتسارع الجسم عندما لا توجد قوة محصلة تؤثر فيه؛ أيْ أن الجسم المتزن يتحرك بسرعة متجهة ثابتة. (تذكّر أن بقاء الجسم الساكن هي حالة من الحركة بسرعة متجهة ثابتة). ولقد حلّلت سابقًا أوضاع اتزان عديدة تتضمن قوتَين تؤثران في جسم ما. لكن من المهم أن تُدرك أن الاتزان قد يحدث أيضًا إذا تعددت القوى المؤثرة في الجسم. فإذا كانت القوة المحصلة تساوي صفرًا، كان الجسم متزنًا.

77. إذا كان كتابك المدرسي في حالة توازن، فماذا يمكن أن نقول بشأن القوى المؤثرة فيه؟

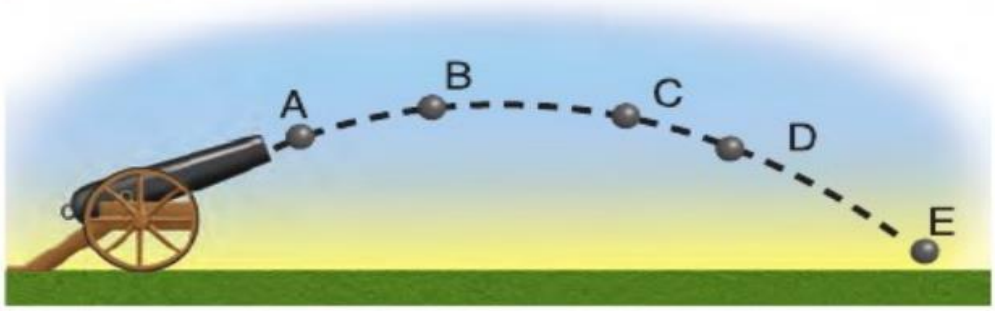
محصلة القوة التي تؤثر في الكتاب تساوي صفرًا.

78. هل يمكن لجسم ما التحرك وهو في حالة توازن؟ اشرح.

نعم، يسمح قانون نيوتن الأول بالحركة طالما أن السرعة المتجهة للجسم ثابتة. ولا يمكن تسريعها.

6	وصف مسار المقذوف

41. فكّر في مسار قذيفة المدفع الموضح في **الشكل 19**.



الشكل 19

a. ما الموضع الذي يكون فيه مقدار المركبة الرأسية للسرعة عند أكبر قيمة له؟

E

b. ما الموضع الذي يكون فيه مقدار المركبة الأفقية للسرعة عند أكبر قيمة له؟

تكون السرعة المتجهة الأفقية هي نفسها في كل النقاط.

c. ما الموضع الذي تكون فيه السرعة الرأسية عند أصغر قيمة لها؟

C و B

d. ما الموضع الذي يكون فيه مقدار التسارع عند أصغر قيمة له؟

يكون التسارع هو نفسه في كل مكان.

7 حل المسائل المتعلقة بالاحتكاك

39. انزلقت داليا، التي كتلتها 45 kg، إلى أسفل منزلق مائل على المستوى الأفقي بزاوية 45°. إذا كان معامل الاحتِكاك الحرَكِيّ بين داليا وسطح المنزلق 0.25، فما مقدار تسارعها؟

$$F_{\text{محصلة، x}} = F_{gx} - F_f$$

$$ma_x = mg(\cos\theta) - \mu_k F_N$$

$$ma = mg(\cos\theta) + \mu_k mg(\sin\theta)$$

$$a = g(\cos\theta + \mu_k \sin\theta)$$

الحل

8	طبِّق العلاقات التي تربط القوة العمودية بأقصى احتكاك ساكن والاحتكاك الحركي لحساب المجهول مثل قوة الاحتكاك، معامل الاحتكاك أو القوة العمودية (الاحتكاك السكوني= $\mu_s F_N$ / الاحتكاك الحركي = $\mu_k F_N$).

69. إذا كنت تستخدم قوة أفقية تبلغ 30.0 N لزلق صندوق خشبي كتلته 12.0 kg على أرضية بسرعة ثابتة، فكم يبلغ معامل الاحتكاك الحركي بين الصندوق والأرضية؟

$F_k = \mu_k F_N$	$F_s \leq \mu_s F_N$

الحل

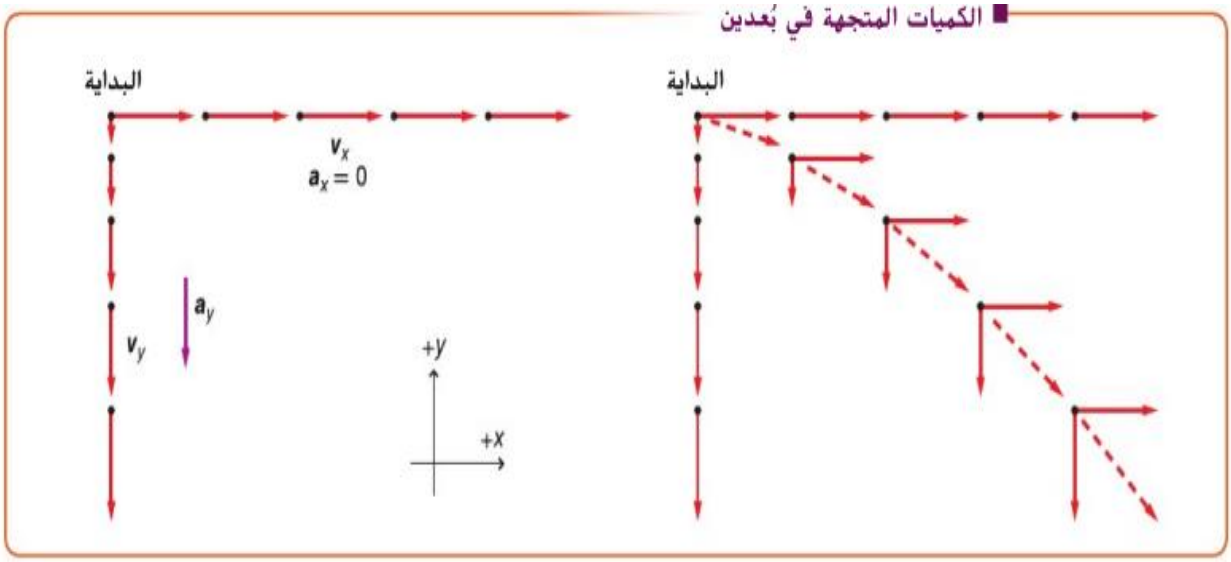
9	تطبيق قوانين نيوتن على المحورين x وy لجسم يتحرك على مستوى مائل مع وبدون احتكاك

35. ينزلق عَليٌّ، الذي كتلته 43.0 kg، على عمود درابزين في منزل جَدَّيه. إذا كان عمود الدرابزين يصنع زاوية 35.0° مع المستوى الأفقي، فما مقدار القوة العمودية بين علي وعمود الدرابزين؟

الحل

10	اشرح حركة المقذوفات المطلقة أفقيا، ووضح بشكل تخطيطي مكونات السرعة والتسارع طوال الحركة

الكميات المتجهة في بُعدين



المقذوفات التي أُطلقت أفقيًا

الحركة الأفقية لاحظ وجود المتجهات الأفقية في الرسم على الجانب الأيسر. كل متجه من متجهات السرعة له الطول نفسه، مما يشير إلى أن سرعة الجسم في الاتجاه الأفقي لا تتغير. لا تتسارع الحصاة في الاتجاه الأفقي. هذه السرعة الثابتة في الاتجاه الأفقي هي ما ينبغي توقعه بالضبط، لأنه بعد الرمية الابتدائية، لا توجد قوة أفقية تؤثر في الحصاة. (في الواقع، ستتناقص سرعة الحصاة تناقصًا طفيفًا بسبب مقاومة الهواء، لكن عليك تذكر أننا نتجاهل مقاومة الهواء في هذه الوحدة.)

الحركة الرأسية ألقِ نظرة الآن على متجهات السرعة الرأسية الموجودة في الرسم على الجانب الأيسر. يتجاوز طول كل متجه للسرعة طول المتجه الواقع فوقه بمقدار طفيف. يُظهر الطول المتغيّر أن سرعة الجسم تتزايد وتتسارع نحو الأسفل. مرة أخرى، هذا ما ينبغي توقعه، لأن قوة الجاذبية في هذه الحالة تؤثر في الحصاة.

معادلات الحركة

أفقية (سرعة ثابتة)

$$x_f = vt_f + x_i$$

رأسية (تسارع ثابت)

$$v_f = v_i + at_f$$

$$x_f = x_i + v_i t_f + \frac{1}{2} a t_f^2$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)$$

11	حل مسائل على المقذوفات المطلقة أفقيا باستخدام معادلات الحركة وشروط السرعة والتسارع (v_x=constant, a_x=0).

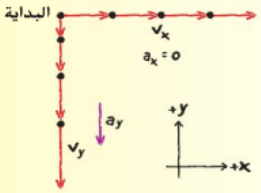
مثال 1

الطبق المُنزلق لنفترض أنك تحضّر طعام الفطور وتدفع الطبق على طاولة المطبخ. لسوء الحظ، دفعته بسرعة كبيرة، حتى وصل إلى طرف طاولة المطبخ. إذا كانت طاولة المطبخ ترتفع عن الأرض بمقدار 1.05 m وقد غادر حافة الطاولة الطاولة بسرعة 0.74 m/s. فما المدة التي يستغرقها حتى يسقط، وما بعد نقطة ارتطامه بالأرض عن حافة الطاولة.

1 تحليل المسألة

ارسم رسومات الحركة الأفقية والرأسية. اختر النظام الإحداثي بحيث تكون نقطة الأصل على الجزء العلوي من طاولة المطبخ. اختر اتجاه محور *x* الموجب في اتجاه السرعة الأفقية واتجاه محور *y* الموجب لأعلى.

المجهول	المعلوم	
$t = ?$	$x_i = y_i = 0\ m$	$a_x = 0\ m/s^2$
$x_f = ?$	$v_{xi} = 0.75\ m/s$	$a_y = -9.8\ m/s^2$
	$v_{yi} = 0\ m/s$	$y_f = -1.05\ m$



2 إيجاد المجهول

استخدم معادلة الحركة في اتجاه المحور *y* لإيجاد زمن السقوط

$$y_f = y_i + \frac{1}{2}a_y t^2$$

► أعد ترتيب المعادلة لإيجاد الزمن.

$$t = \sqrt{\frac{2(y_f - y_i)}{a_y}}$$

► بتعويض $a_y = -9.8\ m/s^2$ ،$y_i = 0\ m$ ،$y_f = -1.05\ m$.

$$= \sqrt{\frac{2(-1.05\ m - 0\ m)}{-9.8\ m/s^2}} = 0.46\ s$$

استخدم معادلة الحركة في اتجاه المحور *x* لمعرفة موضع اصطدام الطبق بالأرض.

$x_f = v_x t = (0.74\ m/s)$ إلى الجانب الأيمن $(0.46\ s) = 0.34\ m$ إلى الجانب الأيمن من الطاولة

1. ترمي حجرًا أفقيًا بسرعة تبلغ 5.0 m/s من أعلى تل يرتفع 78.4 m.

a. ما المدة التي يستغرقها الحجر للوصول إلى أسفل التل؟

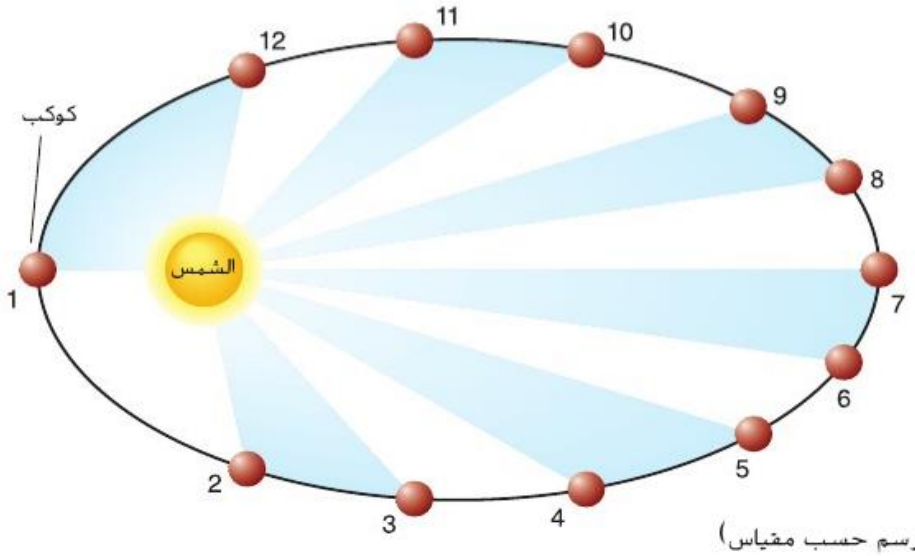
b. كم تبلغ المسافة التي يبعدها موضع سقوط الحجر عن قاعدة التل؟

c. ما المركبات الأفقية والرأسية لسرعة الحجر قبل اصطدامه بالأرض؟

الحل

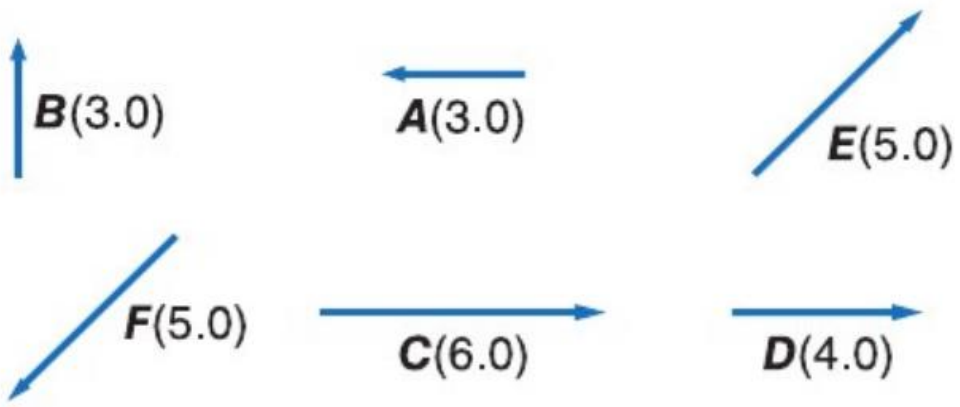
12	**اشرح قانون كبلر الثاني الذي ينص على أن الخط الوهمي من الشمس إلى الكوكب يمسح مساحات متساوية في فترات زمنية متساوية.**

وجد كبلر أن الكواكب تتحرك بسرعة أكبر عندما تكون قريبة من الشمس، في حين تتحرك أبطأ عندما تكون بعيدة عنها. وهكذا ينص **القانون الثاني لكبلر** على أن الخط الوهمي من الشمس إلى الكوكب يمسح مساحات متساوية في فترات زمنية متساوية، كما هو موضَّح في **الشكل 3**.



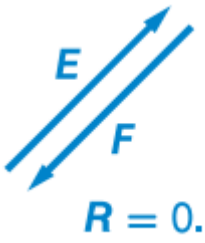
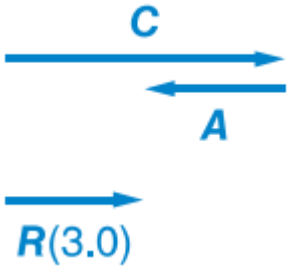
(لم تُرسم حسب مقياس)

13	أوجد القوة المتوازنة التي لها مقدار مساوي للقوة المحصلة ولكن في اتجاه معاكس لها



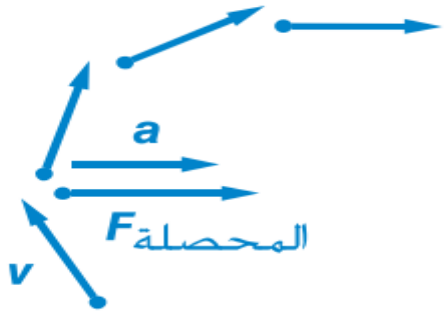
الشكل 21

57. أوجد بالرسم حاصل جمع المتجهات التالية، الموضحة في الشكل 21.

b. C و D 	**a.** D و A
d. E و F 	**c.** C و A 

14	طبّق قانون نيوتن الثاني للحركة لاشتقاق تعبير عن القوة الجاذبة المركزية بدلالة السرعة اللحظية ونصف قطر المسار الدائري

20. مخطط الجسم الحر تجلس في المقعد الخلفي في سيارة تنعطف إلى اليمين. ارسم مخطط الحركة ومخطط الجسم الحر للإجابة عن هذه الأسئلة:



a. ما اتجاه تسارعك؟	يمين
b. ما اتجاه القوة المحصّلة المؤثرة فيك؟	يمين
c. ما مسبب هذه القوة؟	مقعد السيارة

قانون نيوتن للجذب العام

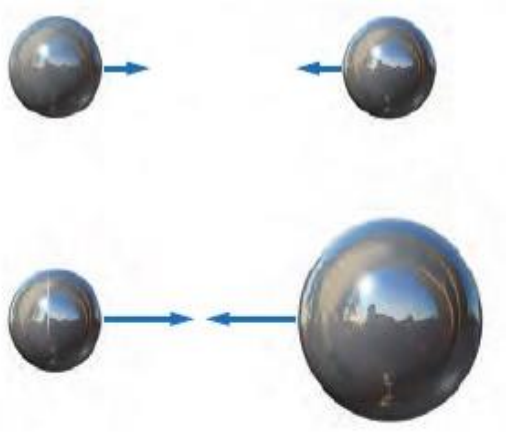
في عام 1666، بدأ إسحاق نيوتن دراسة حركة الكواكب. يُقال إن مشاهدة سقوط تفاحة جعلت نيوتن يتساءل: ماذا لو امتد أثر هذه القوة التي تسببت في سقوط التفاحة إلى القمر أو حتى أبعد من ذلك. فوجد أن مقدار قوة جذب الشمس (F_g) المؤثرة في أحد الكواكب تتناسب عكسيًا مع مربع البعد (r) بين مركز الكوكب ومركز الشمس. أي أن، F_g تتناسب طرديًا مع $\frac{1}{r^2}$، وتؤثر القوة (F_g) في اتجاه الخط الواصل بين مركزي الجسمين، كما هو مبيَّن في **الشكل 5**. وتتناسب هذه القوة طرديًا مع كتل هذه الأجسام وتسمى هذه القوة **قوة الجاذبية**.

كان نيوتن واثقًا من أن قوة التجاذب هذه موجودة بين أي جسمين في أي مكان من هذا الكون. فصاغ **قانون الجذب العام**، الذي ينص على أن الأجسام تجذب أجسامًا أخرى بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلها، وعكسيًا مع مربع المسافة بين مراكزها، كما هو موضح أدناه.

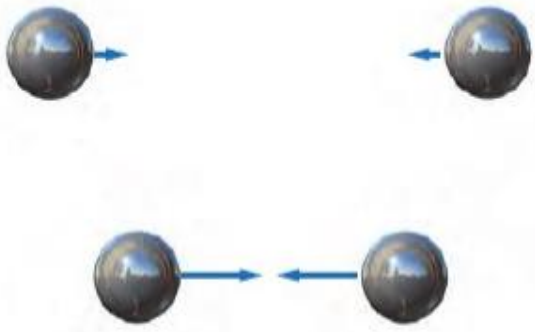
$$F_g = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

وفقًا لمعادلة نيوتن، تتناسب F طرديًا مع m_1 وm_2. فإذا تضاعفت كتلة الكوكب القريب من الشمس، فإن قوة الجذب ستتضاعف.

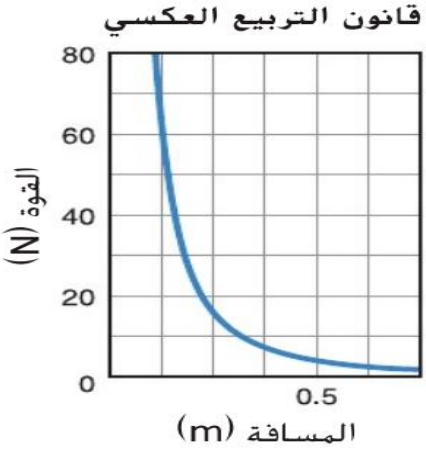
$F_g \propto \frac{1}{r^2}$		$F_g \propto m_1m_2$	
النتيجة	التغيير	النتيجة	التغيير
$\frac{1}{4}F_g$	$2r$	$2F_g$	$(2m_1)m_2$
$\frac{1}{9}F_g$	$3r$	$3F_g$	$(3m_1)m_2$
$4F_g$	$\frac{1}{2}r$	$6F_g$	$(2m_1)(3m_2)$
$9F_g$	$\frac{1}{3}r$	$\frac{1}{2}F_g$	$\left(\frac{1}{2}\right)m_1m_2$



يعتمد الجذب بين الأجسام على حاصل ضرب كتلها.



تتناسب قوة الجاذبية بين الأجسام تناسبًا عكسيًا مع مربع المسافة بينها.



16	تطبيق العلاقة بين تسارع الجاذبية المركزية والسرعة اللحظية ونصف قطر المسار الدائري لحساب المتغيرات غير المعروفة

59. **مهمة الترتيب** رتّب الأجسام التالية حسب التسارع المركزي الخاص بها من الأصغر إلى الأكبر. أشر إلى أي علاقة على وجه التحديد.

A: حجر كتلته 0.50 kg يتحرك في دائرة نصف قطرها 0.6 m بسرعة 2.0 m/s

B: حجر كتلته 0.50 kg يتحرك في دائرة نصف قطرها 1.2 m بسرعة 3.0 m/s

C: حجر كتلته 0.60 kg يتحرك في دائرة نصف قطرها 0.8 m بسرعة 2.4 m/s.

D: حجر كتلته 0.75 kg يتحرك في دائرة نصف قطرها 1.2 m بسرعة 3.0 m/s

E: حجر كتلته 0.75 kg يتحرك في دائرة نصف قطرها 0.6 m بسرعة 2.4 m/s

التسارع المركزي

يتجه التسارع المركزي دائمًا إلى مركز الدائرة. ويساوي مقداره مربعَ السرعة مقسومًا على نصف قطر الدائرة.

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

الحل

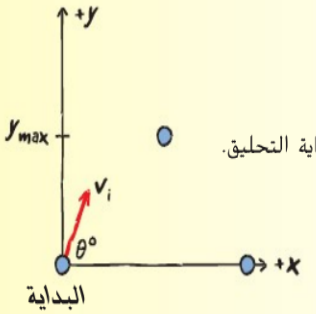
الاصغر

الاكبر

17	حل المسائل المتعلقة بالمقذوفات المطلقة بزاوية باستخدام معادلات الحركة وظروف السرعة والتسارع وزاوية الإطلاق

مثال 2

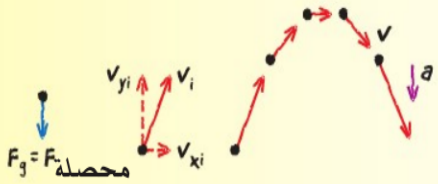
تحليل كرة تنطلق كرة بسرعة 4.5 m/s بزاوية 66° فوق الأفقي. إذا بدأت وعادت لنفس مستوى الأرض. كم يبلغ أقصى ارتفاع تصله الكرة فوق مستوى الإطلاق؟ وما مقدار زمن التحليق لها؟



1 تحليل المسألة

- أنشئ نظامًا إحداثيًا يتضمن الموضع الابتدائي للكرة عند نقطة الأصل.
- وضّح مواضع الكرة عند نقطة بداية التحليق وعند أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة وعند نهاية التحليق. وضح اتجاه F_{net}.
- ارسم رسمًا للحركة يوضح v وa.

المعلوم		المجهول	
$y_i = 0.0\ m$	$\theta_i = 66°$	$v_{y,\,max} = 0.0\ m$	$y_{max} = ?$
$v_i = 4.5\ m/s$	$a_y = -9.8\ m/s^2$	$t = ?$	



2 إيجاد المجهول

أوجد مركب المحور y لـ v_i.

$$v_{yi} = v_i(\sin\theta_i)$$

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

$$= (4.5\ m/s)(\sin 66°) = 4.1\ m/s$$ ◀ بتعويض $v_i = 4.5\ m/s$، $\theta_i = 66°$.

استخدم التناظر لإيجاد مركب المحور y لـ v_f.

$$v_{yf} = -v_{yi} = -4.1\ m/s$$

أوجد أقصى ارتفاع

$$v_{y,\,\text{الحد الأقصى}}^2 = v_{yi}^2 + 2a_y(y_{\text{الحد الأقصى}} - y_i)$$

$$(0.0\ m/s)^2 = v_{yi}^2 + 2a_y(y_{\text{الحد الأقصى}} - 0.0m)$$

$$y_{\text{الحد الأقصى}} = -\frac{v_{yi}^2}{2a_y}$$

$$= -\frac{(4.1m/s)^2}{2(-9.8\ m/s^2)} = 0.86\ m$$ ◀ بتعويض $v_{yi} = 4.1\ m/s;\ a_y = -9.8\ m/s^2$.

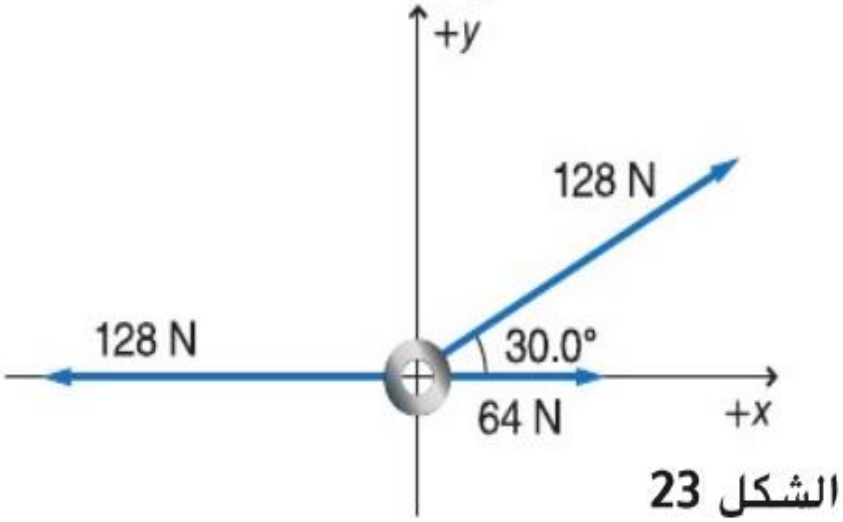
أوجد الزمن المطلوب للعودة إلى الارتفاع الذي يُمثل نقطة الانطلاق.

$$v_{yf} = v_{yi} + a_y t$$

$$= \frac{-4.1\ m/s - 4.1\ m/s}{-9.8\ m/s^2} = 0.84\ s$$ ◀ بتعويض $v_{yf} = -4.1\ m/s;\ v_{yi} = 4.1\ m/s;\ a_y = -9.8\ m/s^2$.

18	حدد محصلة متجهين أو أكثر جبريًا عن طريق جمع مكونات المتجهات و إيجاد مقدارها ($R^2 = Rx^2 + Ry^2$) و اتجاهها ($\tan^{-1}(Ry/Rx) = \theta$)

64. تؤثر ثلاث قوى في الحلقة المشار إليها في **الشكل 23**. ما محصلة القوة المؤثرة في الحلقة؟



الشكل 23

الحل

19	تطبيق العلاقة بين تسارع الجاذبية المركزية والسرعة اللحظية ونصف قطر المسار الدائري لحساب المتغيرات غير المعروفة

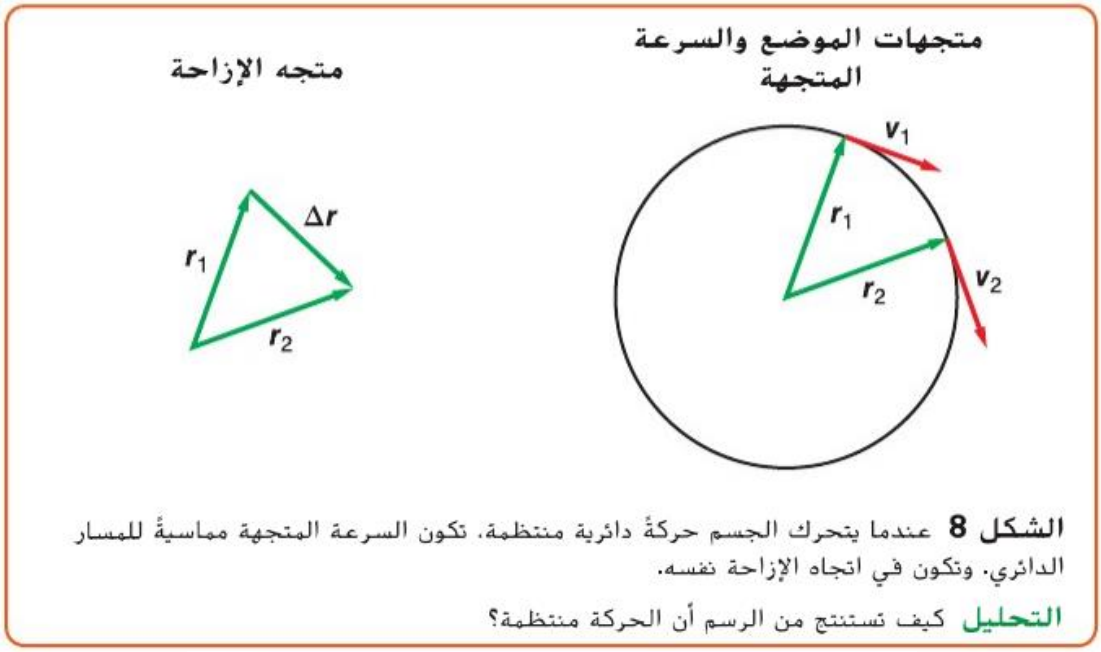
12. يركض عدّاء بسرعة 8.8 m/s في منعطف نصف قطره 25 m. فكم يبلغ التسارع المركزي للعدّاء، وما مصدر قوة الجذب المركزي المؤثرة في العدّاء؟

الحل

التسارع المركزي

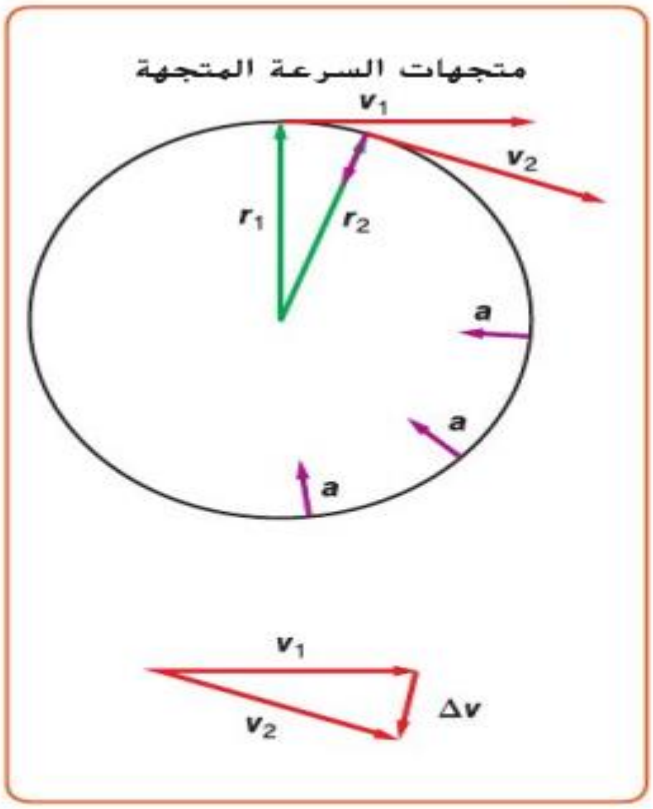
يتجه التسارع المركزي دائمًا إلى مركز الدائرة. ويساوي مقداره مربعَ السرعة مقسومًا على نصف قطر الدائرة.

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



الشكل 8 عندما يتحرك الجسم حركةً دائرية منتظمة، تكون السرعة المتجهة مماسيةً للمسار الدائري. وتكون في اتجاه الإزاحة نفسه.

التحليل كيف تستنتج من الرسم أن الحركة منتظمة؟



الشكل 9 تسارع الجسم في الحركة الدائرية المنتظمة يساوي معدل التغير في السرعة المتجهة مقسومًا على الفترة الزمنية. يكون اتجاه التسارع المركزي نحو مركز الدائرة دائمًا.