1 المقدمـــــــة

① الكميات الفيزيائية القياسية والمتجهة

كميات قياسية (عددية)	كميات متجهة
تُعرف بالمقدار فقط.	تُعرف بالمقدار والاتجاه.
أمثلة : الكتلة الزمن.	أمثلة : الإزاحة و السرعة المتجهة.
	

② المسافة والازاحة

المسافة	الإزاحة
هي طول المسار الفعلي الذي يقطعه الجسم	هي أقصر خط مستقيم من البداية إلى النهاية
كمية قياسية تعرف بالمقدار فقط	كمية متجهة تعرف بالمقدار والاتجاه
موجبة دائمًا عندما يتحرك الجسم 	قد تكون موجبة أو سالبة أو صفرًا 

③ السرعة القياسية و السرعة المتجهة

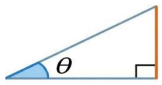
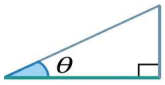
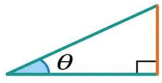
السرعة القياسية (speed)	السرعة المتجهة (velocity)
معدل تغير المسافة بالنسبة للزمن	معدل تغير الإزاحة بالنسبة للزمن
كمية قياسية : مقدار فقط	كمية متجهة : مقدار واتجاه
تعتمد على المسافة	تعتمد على الإزاحة
السرعة القياسية المتوسطة = المسافة الكلية ÷ الزمن الكلي $v = \frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}}$	السرعة المتجهة المتوسطة = الإزاحة ÷ الزمن $\vec{v} = \frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}}$
	
لهما وحدة القياس نفسها : m/s أو km/h للتحويل من m/s ← $\times \frac{5}{18}$ ← km/h	

④ الدوال المثلثية





ملخص الدوال المثلثية

طريقة التذكر	القانون		الدالة
جيب = مقابل على وتر	$\frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$		$\sin\theta$
جتا = مجاور على وتر	$\frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}}$		$\cos\theta$
ظا = مقابل على مجاور	$\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$		$\tan\theta$

القيم المشهورة

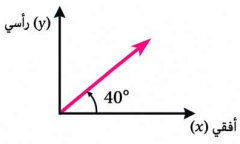
θ	0°	30°	45°	60°	90°
$\sin\theta$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	**1**
$\cos\theta$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	**0**
$\tan\theta$	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	غير معرفة

$$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$$

⑤ تمثيل الكمية المتجة

الكمية المتجهة = مقدار + اتجاه

تُمثل بسهم

المقدار	طرق تحديد الاتجاه		
طول السهم يعبر عن مقدار الكمية كلما زاد المقدار زاد طول السهم 	الاتجاهات الأصلية والفرعية	باليمين واليسار	بزاوية مع خط مرجعي
أجزاء السهم 			

لتحديد أي كمية متجهة نذكر مقدارها ووحدتها و اتجاهها

⑥ محصلة المتجهات

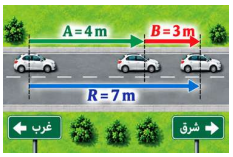
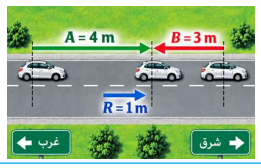
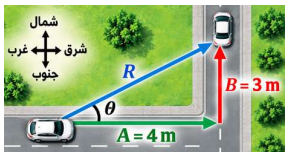


محصلة متجهين

لجمع المتجهات نستخدم طريقة الرأس والذيل

1. يوضع ذيل المتجه الثاني عند رأس المتجه الأول.
2. تمتد المحصلة من ذيل المتجه الأول إلى رأس المتجه الأخير

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

المتجهان في الاتجاه نفسه	المتجهان في اتجاهين متضادين	المتجهان متعامدان
تحركت السيارة 4m شرقا، ثم واصلت 3m شرقا	تحركت السيارة 4m شرقا، ثم واصلت 3m غربا .	تحركت السيارة 4m شرقا، ثم واصلت 3m شمالا .
		
$R = A + B = 4+3 = 7m$	$R = \lvert A - B \rvert = \lvert 4-3 \rvert = 1m$	$R = \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5m$ $\tan\theta = \frac{B}{A} = \frac{3}{4} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}(\frac{3}{4})$ $= 36.9^\circ$
الاتجاه : شرقًا.	الاتجاه شرقاً، في اتجاه المتجه الأكبر.	**الاتجاه** : 36.9° شمال الشرق

⑦ تحليل المتجهات

أولاً: تحليل متجه واحد

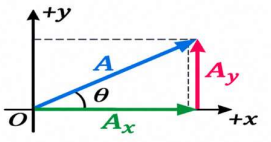
إذا صنع المتجه A زاوية θ مع الاتجاه الموجب للمحور x

مركبات المتجه

$A_x = A \cos\theta$

$A_y = A \sin\theta$

cos للمجاور، و sin للمقابل



مثال: طائرة تصعد في الجو



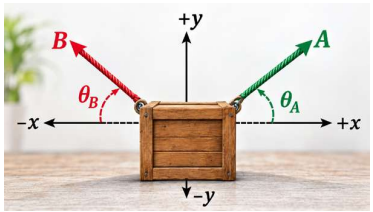
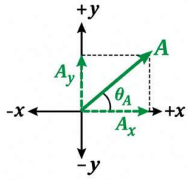
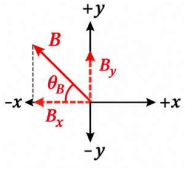
$A_x = 100 \cos 30^\circ = 86.6$ m/s

$A_y = 100 \sin 30^\circ = 50$ m/s

نطبق التحليل على كل متجه

ثانيًا: تحليل عدة متجهات

يشد صندوق قوتان A و B بواسطة حبلين في اتجاهين مختلفين.

المتجه A		المتجه B
$A_x = A \cos\theta_A$ $A_y = A \sin\theta_A$		$B_x = -B \cos\theta_B$ $B_y = B \sin\theta_B$
		

ثالثاً: إيجاد المحصلة

اجمع مركبات جميع المتجهات	احسب مقدار المحصلة	احسب اتجاه المحصلة
$R_x = A_x + B_x + C_x + ...$ $R_y = A_y + B_y + C_y + ...$	$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$	$\theta = \tan^{-1}(\frac{R_y}{R_x})$ تحدّد اتجاه الزاوية من إشارات R_x و R_y.

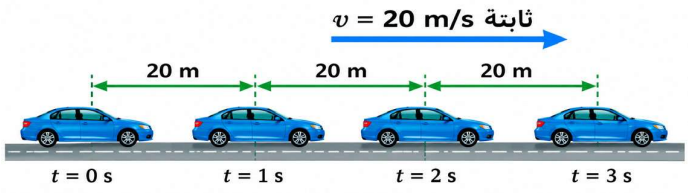
خطوات الحل :

① حلل كل متجه ← ② اجمع مركبات X ← ③ اجمع مركبات y ← ④ احسب R ← ⑤ حدد الاتجاه

⑧ الحركة بسرعة منتظمة فى خط مستقيم

الفكرة الأساسية

- يتحرك الجسم في خط مستقيم
- يقطع إزاحات متساوية في أزمنة متساوية
- السرعة ثابتة مقداراً واتجاها $a = 0$



العلاقة بين السرعة والزمن والإزاحة

الزمن

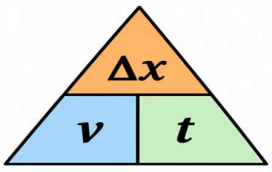
$t = \frac{\Delta x}{v}$

الوحدة : s

الإزاحة

$\Delta x = v \times t$

الوحدة : m



السرعة

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

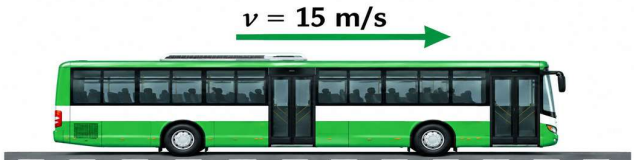
وحدة القياس متر لكل ثانية (m/s).

مثال

تتحرك حافلة بسرعة ثابتة 15 m/s لمدة 8s

$\Delta x = v \times t$

$\Delta x = 15 \times 8 = 120$ m



عند ثبوت السرعة : الإزاحة تتناسب طرديًا مع الزمن

⑨ العجلة

التعريف	القانون	وحدة القياس
معدل تغير السرعة المتجهة بالنسبة للزمن (كمية متجهة)	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$	m/s^2

⑩ الحركة بعجلة منتظمة في خط مستقيم

معادلات الحركة بعجلة منتظمة

يتحرك الجسم فى خط مستقيم بعجلة ثابتة a
تتغير السرعة من v_0 إلى v_f خلال زمن t وتكون الإزاحة d



المتغيرات : $v_0 \, ، v_f \, ، a \, ، t \, ، d$

(1)	(2)	(3)
$v_f = v_0 + at$	$d = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	$v_f^2 = v_0^2 + 2ad$
لا تحتوي علي d	لا تحتوي علي v_f	لا تحتوي علي t
إذا بدأ الجسم من السكون : $v_0 = 0$		
$v_t = at$	$d = \frac{1}{2} at^2$	$v_r^2 = 2ad$

⑪ حالات خاصة من معادلات الحركة

السقوط الحر

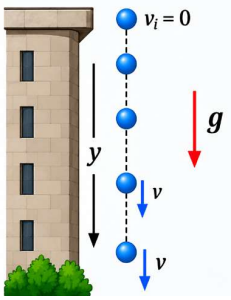
معادلات الحركة

$a = +g = +9.8 \ m/s^2$

$v_F = v_0 + gt$

$y = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$

$vf^2 = v_0^2 + 2gy$



القذف الرأسي الأعلي

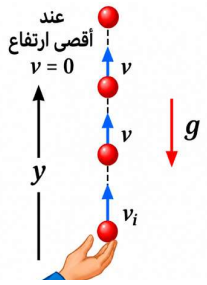
معادلات الحركة

$a = -g = -9.8 \ m/s^2$

$v_F = v_0 - gt$

$y = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2$

$v_f^2 = v_0^2 - 2gy$



حالة السقوط من السكون

$v_0 = 0$

$v_F = gt$

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

$v_f^2 = 2gy$

تزداد السرعة مع الزمن في اتجاه أسفل

حالة الوصول لأعلى نقطة

$v_F = 0$

$0 = v_0 - gt \rightarrow t = \frac{v_0}{g}$

$y_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$

عند اعلي نقطة تكون السرعة صفر . وتكون الازاحة لأعلي قيمة

أستاذ / محمد عبد المعبود
أستاذ الفيزياء للبكالوريا



2 السرعة المتجهة والسرعة النسبية

(12) السرعة المحصلة لجسم يتأثر بسرعتين فى نفس الوقت

السرعة المحصلة

(1) الفكرة الأساسية

قد يتأثر الجسم بأكثر من سرعة في الوقت نفسه، فتكون سرعته المحصلة هي الجمع المتجهي لهذه السرعات.

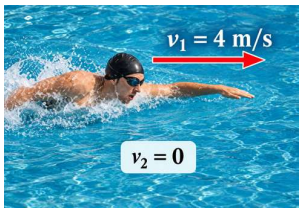
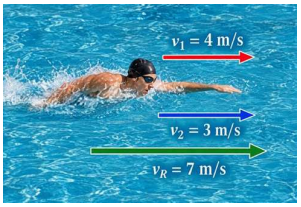
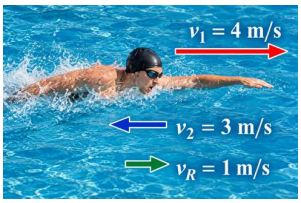
$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$

v_1: سرعة الجسم الذاتية

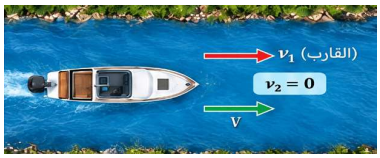
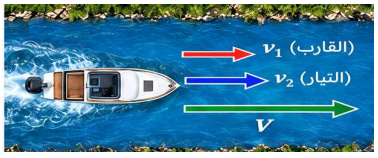
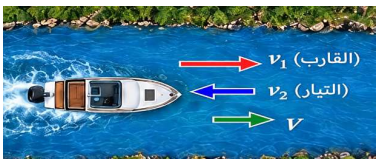
v_2: سرعة الوسط المتحرك

v: السرعة المحصلة

(2) مثال : سباح يتحرك بسرعة 4 m/s

(أ) في ماء ساكن	(ب) مع اتجاه تيار سرعته 3m/s	(ج)عكس اتجاه تيار سرعته 3 m/s
		
$v = 4$ m/s	$v = v_1 + v_2 = 4+3 = 7$ m/s	$v = \lvert v_1 - v_2 \rvert = \lvert 4-3 \rvert = 1$ m/s
تساوي السرعة المحصلة سرعة السباح.	تزداد السرعة المحصلة، ويكون اتجاهها مع اتجاه الحركتين.	تقل السرعة المحصلة، ويكون اتجاهها في اتجاه السرعة الأكبر

(3) مثال: قارب في نهر

(أ) القارب في ماء ساكن	(ب) القارب مع اتجاه التيار	(ج) القارب عكس اتجاه التيار
		
$v = v_1$	$v = v_1 + v_2$	$v = \lvert v_1 - v_2 \rvert$
تساوي السرعة المحصلة سرعة القارب	تزداد السرعة المحصلة.	تقل السرعة المحصلة، واتجاهها هو اتجاه السرعة الأكبر.

خلاصة

الاتجاه نفسه: نجمع المقدارين.

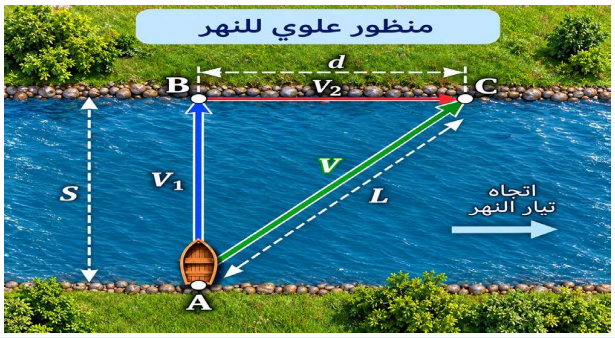
الاتجاهان المتضادان: نطرح المقدارين، ويكون اتجاه المحصلة في اتجاه السرعة الأكبر.

•• عبور قارب لنهر متحرك ••

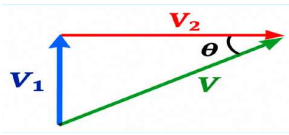
(13) توجيه القارب عموديًا على الضفة

سرعة القارب العرضية v_1 : تحدد زمن العبور	سرعة تيار النهر v_2 : تحدد مقدار الانحراف	السرعة المحصلة v : تمثل الحركة الفعلية للقارب

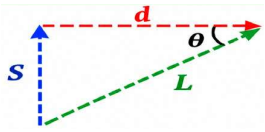
$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$



مثلث السرعات



مثلث الإزاحات



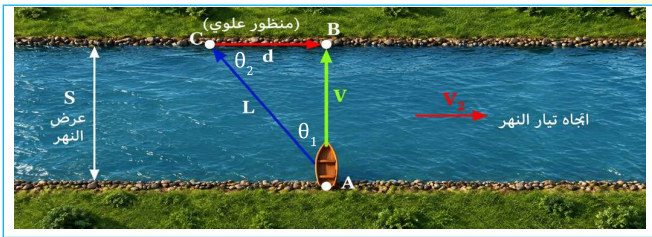
القوانين الأساسية

زاوية الانحراف	المسار الفعلي	مقدار الانحراف	زمن العبور	السرعة المحصلة
$\tan\theta = \frac{v_1}{v_2}$	$L = vt = \sqrt{S^2 + d^2}$	$d = v_2 t$	$t = \frac{S}{V_1}$	$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$

نستنتج أن :

(1) زمن الوصول يعتمد على V_1 وعرض النهر S.	(2) لا يعتمد زمن العبور على سرعة التيار V_2 عند ثبات V_1 و S.	(3) سرعة التيار تحدد مقدار الانحراف d.

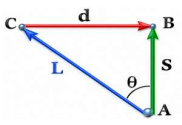
(14) وصول القارب إلي النقطة المقابلة مباشرة



• يوجه القارب عكس اتجاه التيار بزاوية مناسبة ، فتلغي المركبة الأفقية لسرعة القارب سرعة التيار وتصبح السرعة المحصلة عمودية على الضفة.

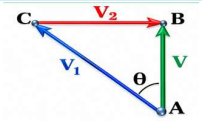
• يشترط أن تكون $v_1 > v_2$

مثلث الإزاحات



$$s = \sqrt{L^2 + d^2} \quad , \quad \tan\theta = \frac{d}{s}$$

مثلث السرعات



$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \quad , \quad \tan\theta_1 = \frac{v_2}{v}$$

$$\sin\theta_1 = \frac{v_2}{v_1} \quad ، (\theta_2 = 90 - \theta_1)$$

العلاقات و القوانين

$s = \sqrt{L^2 + d^2}$	$d = v_2 t$	$L = v_1 t$	$t = \frac{S}{v}$	$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$

نستنتج من ذلك أن

• يصل القارب إلى نقطة مقابلة تمامًا لنقطة الانطلاق. ، • المركبة الأفقية لسرعة القارب تساوي سرعة التيار وتعاكسها.

• زمن العبور يساوي عرض النهر ÷ السرعة المحصلة.

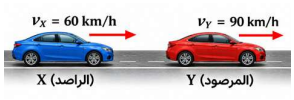
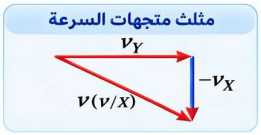
أستاذ / محمد عبد المعبود
أستاذ الفيزياء للبكالوريا

مقارنة بين الحالتين	
وصول بلا انحراف	أسرع عبور
يوجه القارب عكس التيار بزاوية مناسبة ويكون زمن العبور أكبر	يوجه القارب عموديًا على الضفة مع حدوث انحراف

⑮ السرعة النسبية (تعريف - قانون)

التعريف	القانون العام
هي سرعة المرصود كما يقيسها راصد يتحرك بالنسبة إليه.	سرعة المرصود بالنسبة للراصد = سرعة المرصود - سرعة الراصد
ملاحظة : السرعة النسبية كمية متجهة لذلك نراعي المقدار والاتجاه.	$\vec{v}$ (المرصود / الراصد) = $\vec{v}$ المرصود - $\vec{v}$ الراصد

⑯ الحالات المختلفة للراصد والمرصود

(أ) الراصد ساكن	(ب) المرصود والراصد في الاتجاه نفسه	(ج) المرصود والراصد في اتجاهين متضادين	(د) المرصود والراصد في اتجاهين متعامدين
			
$v_{(Y/X)} = v_Y - 0 = v_Y$	$v_{(Y/X)} = v_Y - v_X$	$v_{(Y/X)} = v_Y - (-v_X) = v_Y + v_X$	$\lvert v_{(Y/X)} \rvert = \sqrt{v_Y^2 + v_X^2}$
استنتاج : يرصد الراصد الساكن سرعة المرصود بالنسبة للأرض.	مقدار السرعة النسبية : $\lvert v_{(Y/X)} \rvert = \lvert v_Y - v_X \rvert$	استنتاج : مقدار السرعة النسبية يساوي مجموع السرعتين.	
$v_{(Y/X)} = 72 - 0 =$ 72 km/h يمينا	$v_{(Y/X)} = 90 - 60 =$ 30 km/h يمينا	اعتبر الاتجاه إلى اليمين موجبا. $v_Y = +70$, $v_X = -50$ $v_{(Y/X)} = v_Y - v_X$ $v_{(Y/X)} = 70-(-50)$ $= 120$ km/h يمينا	$\vec{v}_{(Y/X)} = v_Y - v_X$ $\lvert v_{(Y/X)} \rvert = \sqrt{40^2+30^2}$ $\lvert v_{(Y/X)} \rvert = 50$ km/h

مفاتيح الحل

(1) نحدد أولاً من المرصود؟ ومن الراصد ؟
(2) نطرح دائماً سرعة الراصد من سرعة المرصود طرحا متجهيا.
(3) نفس الاتجاه الفرق - اتجاهان متضادان: المجموع - اتجاهان متعامدان فيثاغورس.
السرعة النسبية تعتمد على اختيار الراصد والمرصود.

(17) السرعة النسبية لقطرات المطر بالنسبة للقطار

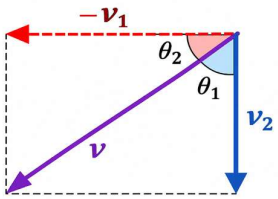
(أ) كيف يرى راكب القطار قطرات المطر؟

الفكرة

تسقط قطرات المطر رأسيا بالنسبة للأرض، لكن راكب القطار المتحرك يراها تسقط في اتجاه مائل لأن سرعة المطر بالنسبة للقطار هي محصلة متجهة.



(ب) القوانين والزوايا

مثلث المتجهات	المطلوب	القانون	التوضيح
	مقدار السرعة النسبية للمطر بالنسبة للقطار	$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$	ناتجة عن سرعتين متعامدتين
	زاوية ميل المطر مع الرأسي	$\tan \theta_1 = \frac{v_1}{v_2}$	θ_1 بين v و الرأسي
	زاوية ميل المطر مع الأفقي	$\tan \theta_2 = \frac{v_2}{v_1}$	θ_2 بين v و الرأسي
	العلاقة بين الزاويتين	$\theta_2 = 90^o - \theta_1$	زاويتان متتامتان

(ج) تأثير حركه القطار

حالة القطار	شكل المطر كما يراه الراكب	زاوية الميل مع الرأسي
ساكن	يسقط رأسياً 	$\theta_1 = 0^o$
سرعة منخفضة	ميل صغير عكس حركة القطار 	زاوية صغيرة
سرعة أكبر	ميل اكبر عكس حركة القطار 	زاوية أكبر

(د) مثال محلول

يتحرك قطار أفقيًا بسرعة 15 m/s ، وتسقط قطرات المطر رأسيًا بسرعة 20 m/s . احسب :

1- مقدار سرعة المطر بالنسبة للقطار

2- زاوية ميل القطرات مع الرأسى

(1) مقدار السرعة النسبية للمطر :	(2) زاوية ميل القطرات مع الرأسى :	النتيجة :
$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$ $v = \sqrt{15^2 + 20^2}$ $= 25 \text{ m/s}$	$\tan\theta_1 = \frac{15}{20} = 0.75$ $\theta_1 = 36.9^\circ$	يرى الراكب قطرات المطر بسرعة 25 m/s مائلة بزاوية 36.9° مع الرأسى ، عكس اتجاه حركة القطار

(هـ) ملاحظة هامة

لا تخلط بين الحالتين

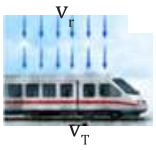
السرعة المحصلة لقارب مع تيار النهر جمع متجهى

$\vec{v} = \vec{v}_{boat} + \vec{v}_{current}$



السرعة النسبية للمطر بالنسبة إلى القطار طرح مجتهدى

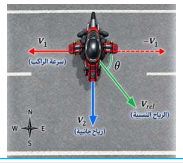
$\vec{v} = \vec{v}_r - \vec{v}_T$



(18) راكب الدراجة والرياح

(أ) : • القانون العام : $\vec{v}_{\text{الرياح / الراكب}} = \vec{v}_{\text{الرياح}} - \vec{v}_{\text{الراكب}}$

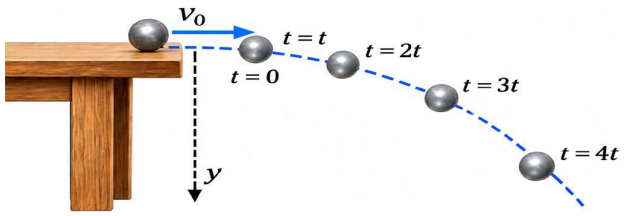
(ب) : • حالات الرياح بالنسبة للراكب :

(1) حركة الراكب في هواء ساكن	(2) الرياح في اتجاه حركة الراكب	(3) الرياح عكس حركة الراكب	(4) رياح جانبية متعامدة
$v_{\text{رياح}} = 0$ $v_{\text{راكب}} = v_{\text{رياح/ راكب}}$  يشعر الراكب بهواء يتحرك عكس اتجاه حركته وبمقدار يساوي سرعته.	1- إذا $v_1 = v_2 \longrightarrow v_{rel} = 0$ فلا يشعر الراكب برياح. 2- إذا $v_1 > v_2 \longrightarrow v_{rel} = v_1 - v_2$ واتجاهها عكس حركة الراكب. 3- إذا $v_2 > v_1 \longrightarrow v_{rel} = v_2 - v_1$ واتجاهها مع حركة الراكب. 	 $v_{rel} = v_1 + v_2$ تزداد السرعة النسبية ويكون اتجاهها مع اتجاه الرياح.	• إذا تحرك الراكب بسرعة v_1 وكان هناك رياح جانبية متعامدة بسرعة v_2 (من الجانب) فالسرعة النسبية للرياح هي محصلة المتجهين v_1 و v_2. • تقاس الزاوية θ من الاتجاه الأفقي للمتجه v_1 نحو اتجاه v_{rel} (باتجاه الرياح الجانبية). وتحدد مقدار انحراف الرياح النسبية عن الاتجاه المعاكس لحركة الراكب. $v_{rel} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$, $\tan\theta = \frac{v_2}{v_1}$ 



3 الحركة الأفقية للمقذوفات

(19) الحركتين الأفقية والرأسية



(أ) القذف الأفقي : حركتان مستلقتان في جسم واحد

يتحرك المقذوف أفقياً بسرعة ثابته ،

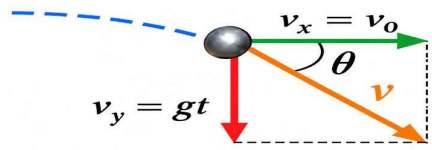
ويسقط بتأثير الجاذبية وتحدث الحركتان

في الزمن نفسة

(ب) مقارنة بين الحركتين الأفقية والرأسية

الخاصية	الحركة الأفقية (على محور x)	الحركة الرأسية (على محور y)
طبيعة الحركة	منتظمة	سقوط حر بعجلة g
السرعة الأبتدائية	$v_x = v_o$	$v_y = 0$
العجلة	$a_x = 0$	$a_y = g$ لاسفل
السرعة بعد زمن t	$v_x = v_o$	$v_y = gt$
الإزاحة بعد زمن t	$x = v_o t$	$y = \frac{1}{2} gt^2$

(20) ربط الحركتين



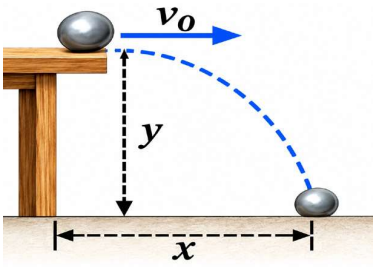
السرعة المحصلة : $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_x}$$

حيث θ زاوية ميل السرعة المحصلة مع الافقي

يزداد طول السهم الرأسي v_y مع الزمن ، بينما يبقي السهم الأفقي v_x ثابتاً.

(21) زمن الطيران والمدي الأفقي



زمن الطيران (السقوط من ارتفاع رأسي y)

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

المدي الأفقي :

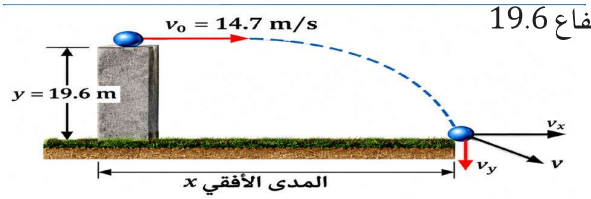
$$x = v_o t = v_o \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

استنتاج :

زمن الطيران يعتمد علي ارتفاع y وعجلة الجاذبية فقط ، بينما يعتمد المدي الأفقي أيضاً على السرعة الابتدائية v_o

أستاذ / محمد عبد المعبود
أستاذ الفيزياء للبكالوريا

22 مثال على القذف الأفقي



قذف جسم أفقياً بسرعة ابتدائية مقدارها 14.7m/s من ارتفاع 19.6 m فوق سطح الأرض . باعتبار $g = 9.8\ m/s^2$، احسب

1. الزمن الذي يستغرقة الجسم للوصول الي سطح الأرض
2. المدي الأفقي للجسم
3. مقدار سرعة الجسم قبل اصطدامة بالارض مباشرة

المعطيات

$v_{ix} = 14.7 m/s$
السرعة الأفقية الابتدائية
$v_{iy} = 0$
السرعة الرأسية الابتدائية
$y = 9.8\ m/s^2$
الارتفاع الرأسي
$g = 9.8\ m/s^2$
عجلة الجاذبية الأرضية

الحل

1. الزمن الذي يستغرقة الجسم للوصول الي سطح الأرض

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2\times19.6}{9.8}} = \sqrt{4} = 2s$$

2. المدي الأفقي للجسم

الحركة الأفقية بسرعة ثابته

$$x = v_{ix}\, t = 14.7 \times 2 = 29.4\ m$$

3. سرعة الجسم قبل اصطدامة بالارض مباشرة

أولاً : المركبة الرأسية للسرعة لحظة الأصطدام

$$v_y = v_{iy} + gt = 0 + 9.8 \times 2 = 19.6\ m/s$$

ثانياً : المركبة الأفقية للسرعة تبقي ثابته

$$v_x = 14.7\ m/s$$

ثالثاً : مقدار السرعة المحصلة

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{14.7^2 + 19.6^2} = \sqrt{600.25}$$

$$= 24.5\ m/s$$

النتيجة

$t = 2s$
زمن الوصول الي الأرض
$x = 29.4\ m$
المدي الأفقي
$v = 24.5\ m/s$
مقدار السرعة قبل الاصطدام مباشرة

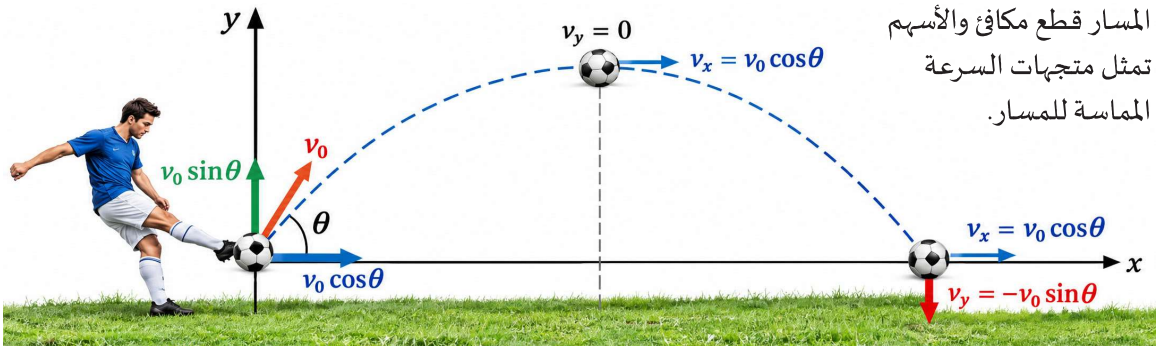


4 المقذوفات بزاويـــــــة

23 تحليل الحركة الي مركبتين

يمكن تحليل سرعة الاطلاق v_o إلي مركبتين متعامدتين : أفقية ورأسية ، فتكون الحركة الأفقية منتظمة والحركة الرأسية بعجلة ثابته بسبب الجاذبية

المسار قطع مكافئ والأسهم تمثل متجهات السرعة المماسة للمسار.



لحظة الانطلاق

$v_{iy} = v_0 \sin\theta$

$v_{ix} = v_0 \cos\theta$

أقصى ارتفاع

العودة إلى مستوى الإطلاق

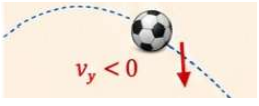
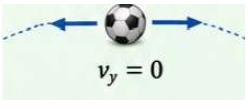
$v_x = v_0 \cos\theta$

$v_y = -v_0 \sin\theta$

24 مقارنه الحركتين

الخاصية	الحركة الأفقية	الحركة الرأسية	الملاحظة
السرعة الأبتدائية	$v_{ix} = v_o \cos\theta$	$v_{iy} = v_o \sin\theta$	تحليل v_o إلي مركبتين
العجلة	$a_x = 0$	$a_y = -g$	أعتبر الاتجاه لأعلي موجباً
السرعة بعد زمن t	$v_x = v_o \cos\theta$	$v_y = v_o \sin\theta - gt$	v_x ثابته و v_y تتغير
الإزاحة بعد زمن t	$x = (v_o \cos\theta)t$	$y = (v_o \sin\theta)t - \frac{1}{2}gt^2$	الحركتان تشتركان في الزمن

25 أثناء الصعود والهبوط

أثناء الهبوط	عند القمة	أثناء الصعود
		
v_y سالبة ويزداد مقدارها في الاتجاه لأسفل	تكون السرعة أفقية فقط $v_x = v_o \cos\theta$	v_y موجبة وتتناقص حتي تصل إلي الصفر

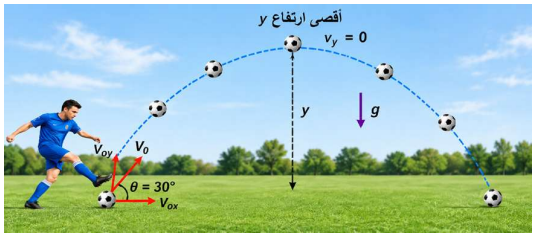
أستاذ / محمد عبد المعبود
أستاذ الفيزياء للبكالوريا

(26) القوانين المهمة عند العودة إلي مستوي الإطلاق

زمن الصعود	$t_{صعود} = \frac{v_o \sin\theta}{g}$
زمن الطيران	$T = \frac{2v_o \sin\theta}{g} = 2\,t_{صعود}$
أقصي ارتفاع	$y_{max} = \frac{v_o^2 \sin^2\theta}{2g}$
المدي الأفقي	$R = \frac{v_o^2 \sin 2\theta}{g}$

(27) مثال

قذفت كرة صغيرة من سطح الأرض بسرعة ابتدائية مقدارها: 19.6 m/s وبزاوية 30° فوق المستوى الأفقي.
أوجد القيم الآتية مقربة إلى رقمين عشريين، مع افتراض أن: $g = 9.8\ m/s^2$



① أوجد المركبة الأفقية للسرعة الابتدائية
② أوجد الزمن اللازم لوصول الكرة إلى أقصى ارتفاع
③ أوجد أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة
④ زمن التحليق
⑤ أوجد المدى الأفقي للكرة

الأجابـــة

① المركبة الأفقية للسرعة الابتدائية

$$v_{ox} = v_o \cos\theta = 19.6 \times \cos 30 = 16.96 m/s$$

② الزمن لأقصى ارتفاع

$$t_{صعود} = \frac{v_o \sin\theta}{g} = \frac{19.6 \sin 30}{9.8} = 1.00\ s$$

③ أقصى ارتفاع

$$y_{max} = \frac{v_o^2 \sin^2\theta}{2g} = \frac{19.6^2 \times \sin^2 30}{2 \times 9.8} = 4.90\ m$$

④ زمن التحليق

زمن الهبوط = زمن الصعود

$$T = 2t_{صعود} = 2 \times 1.00 = 2.00 s$$

⑤ اقصي مدى

$$R = v_{ox}\, T = 16.96 \times 2.00 = 33.94 m$$

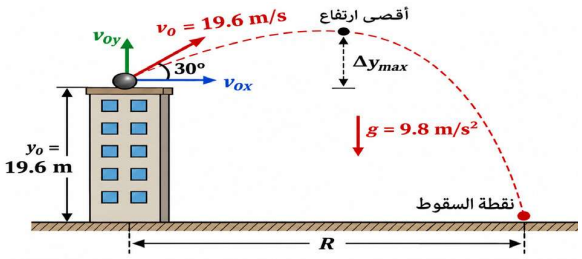
مثال 28

قُذف جسم من أعلى سطح مبنى ارتفاعه 19.6m بسرعة ابتدائية مقدارها 19.6 وبزاوية 30° مع الأفقي. بإهمال مقاومة الهواء، وباعتبار $g = 9.8\ m/s^2$ ، احسب:

① زمن وصول الجسم إلى سطح الأرض.

② البعد الأفقي بين قاعدة المبنى ونقطة السقوط.

③ أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم بالنسبة إلى سطح الأرض.



الأجابـــــة

أولًا تحليل السرعة

$$v_{ox} = v_o \cos 30^o = 19.6 \times \cos 30^o = 16.97\ m/s$$
$$v_{oy} = v_o \sin 30^o = 19.6 \times \sin 30^o = 9.80\ m/s$$

① زمن الوصول إلى الأرض

باختيار مستوى سطح المبنى نقطة الأصل، تكون الإزاحة الرأسية إلى الأرض:

$$y = -19.6m$$
$$y = v_{oy} t - \frac{1}{2} g t^2$$
$$-19.6 = 9.8t - 4.9t^2$$
$$t^2 - 2t - 4 = 0$$

نأخذ الجذر الموجب فقط

$$t = 1 + \sqrt{5} = 3.24\ s$$

② البعد الأفقي

$$R = v_{ox} t$$
$$R = 16.97 \times 3.24$$
$$R = 54.98\ m$$

③ زمن الوصول إلى الأرض

الأرتفاع فوق سطح المبنى:

$$\Delta y_{max} = \frac{v_{oy}^2}{2g}$$
$$\Delta y_{max} = \frac{9.8^2}{2 \times 9.8}$$
$$\Delta y_{max} = 4.90\ m$$

أقصى ارتفاع فوق سطح الأرض :

$$y_{max} = 19.6 + 4.90$$
$$y_{max} = 24.50\ m$$

ملاحظة

لأن الجسم يسقط في مستوى أقل من مستوى الإطلاق، فإن زمن الهبوط أكبر من زمن الصعود وزمن التحليق لا يساوي ضعف زمن الصعود.