الوحـــــدة الأولـــــى

كمية التحرك والمقذوفات

Momentum and Projectiles

أي جسم يتحرك في خط مستقيم يقال: إنه يتحرك حركة خطية وأي جسم متحرك كتلته (ك) وسرعته (ع) فهناك علاقة تربط بين كتلته وسرعته تسمى كمية التحرك الخطي.

كميـة التحرك الخطي:

فيزيائية تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته.

$$\overleftarrow{\text{كت}} = \text{ك} \times \overleftarrow{\text{ع}}$$

الوحـدة العمليـة:

١) كجم. م/ث ٢) جم. سم/ث

وكمية التحرك كمية متجهة واتجاهها هو اتجاه سرعة الجسم المتحرك.

قانون(مبـدأ): حفظ كمية التحرك الخطي.

كمية التحرك الكلية للأجسام المتصادمة قبل التصادم تساوي كمية التحرك الكلية لها بعد التصادم.

∴كت قبل التصادم = كت بعد التصادم

العوامل التي تتوقف عليها كمية التحرك:

١) كتلة الجسم (ك). حيث كت α ك أي تتناسب طردياً مع الكتلة.

٢) سرعة الجسم (ع). حيث كت α ع أي تتناسب طردياً مع السرعة.

١) كمية تحرك سيارة أكبر من كمية تحرك لعبة على هيئة سيارة تتحرك بنفس السرعة.

لكبر كتلتها فتزداد كمية تحركها.

٢)نبذل شغل أكبر لتحريك سيارة نقل كبيرة بنفس سرعة سيارة صغيرة.

لكبر كتلتها فتقل سرعتها فيلزم بذل شغل أكبر لزيادة سرعتها.

٣)تأثير رصاصة منطلقة من مسدس أكبر من الاختراق فما لو كانت منطلقة باليد.

لزيادة سرعتها فتزداد كمية تحركها ويزداد الاختراق.

مثال(١):

احسب كمية تحرك جسم كتلته ٤٠٠ جرام يتحرك بسرعة ٥م/ث.

الإجابة النموذجية

ك = ٤٠٠جم = $\frac{400}{1000}$ = ٠.٤كجم ع = ٥م/ث كت=؟

كت = كx ع = ٠.٤ × ٥ = ٢ كجم. م/ث

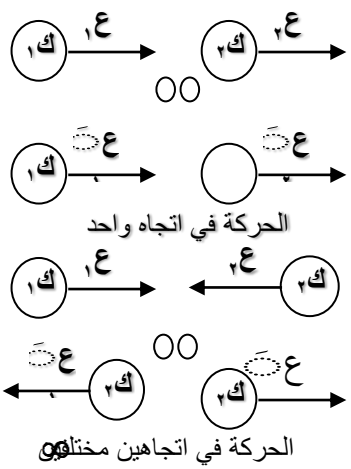
كمية التحرك مقدار ثابت للجسم طالما بقت الكتلة والسرعة ثابتتين وتنتقل من جسم لآخر عند حدوث تصادم بينهما.

أنواع التصادمات:

تنقسم حسب:

(١) المرونـــــــة: إلى تصادم مرن – تصادم غير مرن.

(٢) الأبعاد (الاتجاهات): إلى تصادم في بعد واحد – تصادم في بعدين.



أولاً: التصادم حسب المرونة

(١) التصادم المـرن:

هو التصادم الذي تكون فيه مجموع الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة قبل التصادم مساوية لمجموع الطاقة الحركية لها بعد التصادم.

أي طـ قبل التصادم = طـ بعد التصادم.

وبتطبيق قانون حفظ كمية التحرك على التصادم:

$$\therefore \boxed{ك_{١} ع_{١} + ك_{٢} ع_{٢} = ك_{١} ع_{١}' + ك_{٢} ع_{٢}'}$$

حيث $ع_{١}$ ، $ع_{٢}$ سرعة الجسم الأول والثاني قبل التصادم.

$ع_{١}'$، $ع_{٢}'$ سرعة الجسم الأول والثاني بعد التصادم.

مثال توضيحي للتصادم

تصادم جزيئات غاز – تصادم كرتي بلياردو– سقوط كرة على الرخام..

مثال توضيحي

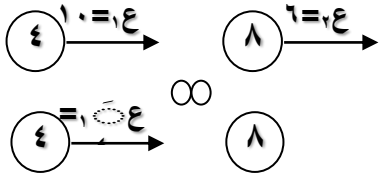
يتحرك جسمان كتلتاهما ٤ ، ٨ كجم على خط مستقيم بسرعة ١٠م/ث، ٦م/ث، على الترتيب فإذا تصادما وأصبحت سرعة الجسم الصغير بعد التصادم ٤م/ث في نفس اتجاهه السابق عين سرعة الجسم الكبير، واتجاهه بعد التصادم في الحالتين:

١) الجسمان كانا يتحركا في اتجاه واحد (الأول يلحق بالثاني).

٢) الجسمان كانا يتحركا في اتجاهين مختلفين.

الإجابة النموذجية

[١] الحركة في اتجاه واحد



$\because ك_{١} ع_{١} + ك_{٢} ع_{٢} = ك_{١} ع_{١}' + ك_{٢} ع_{٢}'$

$\therefore ٤ \times ١٠ + ٨ \times ٦ = ٤ \times ٤ + ٨ ع_{٢}'$

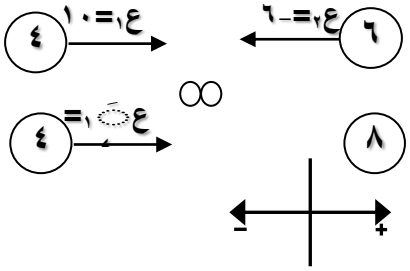
$٤٠ + ٤٨ = ١٦ + ٨ ع_{٢}'$

$٨٨ - ١٦ = ٨ ع_{٢}'$

$٧٢ = ٢ ع_{٢}' \Leftarrow ع_{٢}' = \frac{72}{8} = ٩$م/ث.

∴يتحرك الجسم في نفس اتجاهه السابق (لأن إشارة السرعة موجبة كما كانت قبل التصادم)

[٢] الحركة في اتجاهين متضادين:



$ك_{١} ع_{١} + ك_{٢} ع_{٢} = ك_{١} ع_{١}' + ك_{٢} ع_{٢}'$

$٤ \times ١٠ - ٨ \times ٦ = ٤ \times ٤ + ٨ ع_{٢}'$

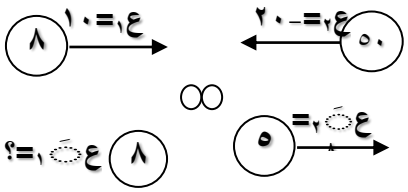
$-٢٤ = ٨ ع_{٢}' \Leftarrow ع_{٢}' = \frac{-24}{8} = -٣$ م/ث

∴ يتحرك الجسم في نفس اتجاهه السابق.

مثال توضيحي

يتحرك جسم كتلته ٨٠ جرام بسرعة ١٠سم/ث فاصطدم بجسم آخر كتلته ٥٠جم متحرك بسرعة ١٠سم/ث في خط مستقيم في الاتجاه المضاد فإذا ارتد الجسم الثاني بسرعة ٨سم/ث. عين سرعة الأول واتجاهه بعد التصادم.

الإجابة النموذجية



$\because ك_{١} ع_{١} + ك_{٢} ع_{٢} = ك_{١} ع_{١}' + ك_{٢} ع_{٢}'$

$٨٠ \times ١٠ - ٥٠ \times ٢٠ = ٨٠ ع_{١}' + ٥٠ \times ٨$

$٨٠٠ - ١٠٠٠ = ٨٠ ع_{١}' + ٤٠٠$

$-٢٠٠ - ٤٠٠ = ٨٠ ع_{١}'$

$-٦٠٠ = ٨٠ ع_{١}' \Leftarrow ع_{١}' = \frac{-600}{80} = -٧.٥$سم/ث

يتحرك الجسم عكس اتجاهه السابق (إشارة السرعة سالبة عكس إشارتها قبل التصادم)

(٢) التصادم غير المرن:

هو التصادم الذي تكون فيه الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة بعد التصادم أقل من طاقتها الحركية قبل التصادم.

أي طاح بعد التصادم < طاح قبل التصادم

مثال للتصادم:

تصادم سيارتين / تصادم رصاصة مع هدف/ سقوط كرة زجاج على الأرض.

١) شرط تساوي طاقتي الحركة قبل وبعد التصادم لا يحدث إلا في حالة واحدة فقط هي: تصادم جسيمان النواة (البروتون والنيوترون) ولذلك يسمى تصادم تام المرونة.

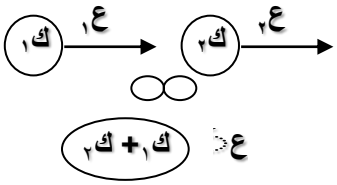
٢) بناءاً عليه أي تصادم يفقد طاقة حركية في صورة صوت- ضوء - حرارة - شغل يبذل في نشوة الجسمين.

٣) إذا كان مقدار الفقد في الطاقة صغير يسمى تصادم مرن، أما إذا كان مقدار الفقد في الطاقة كبير يسمى تصادم غير مرن.

٤) لا يوجد في الحياة تصادم عديم المرونة أي يفقد كل الطاقة الحركية بعد التصادم.

س/ ولكن كيف نفرق في المسائل بين التصادم المرن – غير المرن؟

إذا ذكر تصادم جسمان ثم: كونا جسماً واحداً.
أو التحما.
∴التصادم غير مرن
أو التصقا.



وكما بالشكل المقابل.

بتطبيق قانون حفظ كمية التحرك على التصادم:

ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = (ك١ + ك٢) عَ

مثال توضيحي

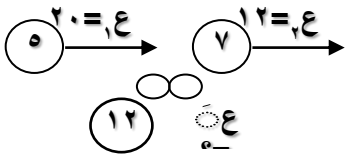
يتحرك جسمان كتلتاهما ٥ كجم، ٧كجم بسرعة ٢٠م/ث، ١٢م/ث على الترتيب فإذا تصادما وكونا جسماً واحداً. عين سرعة الجسم واتجاهه بعد التصادم في الحالتين:

١) الجسمان كانا يتحركان في اتجاه واحد.

٢) الجسمان كانا يتحركان في اتجاهين متضادين.

الإجابة النموذجية

[١] الحركة في اتجاه واحد:

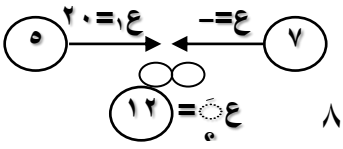


∵ ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = (ك١ + ك٢) عَ

∴ ٥ × ٢٠ + ٧ × ١٢ = (٧+٥) عَ ⇐ ١٠٠ + ٨٤ = ١٢ عَ

∴ ١٨٤ = ١٢عَ ⇐ عَ = $\frac{184}{12}$ = ١٥.٣ م/ث في نفس اتجاههم.

[٢] الحركة في اتجاهين متضادين:



ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = (ك١ + ك٢) عَ

∴ ٥ × ٢٠ – ٧ × ١٢ = ١٢ عَ ⇐ ١٠٠ – ٨٤

١٢ عَ =

∴ ١٦ = ١٢ عَ ⇐ عَ = $\frac{16}{12}$ = ١.٣م/ث أي يتحرك الجسم في نفس اتجاه الجسم الصغير قبل التصادم.

مثال توضيحي

اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس:

جسمان متماثلان يتحرك أحدهما بسرعة ١٠م/ث نحو الجسم الآخر الساكن فإذا التصقا بعد التصادم فتكون السرعة المشتركة لهما بعد التصادم.....

(٥م/ث – ١٠م/ث – ١٥م/ث)

الإجابة النموذجية

∵ الجسمان متماثلان أي متشابهان ∴ متساويان في الكتلة أي $ك_١ = ك_٢ = ك$

∵ $ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = (ك_١ + ك_٢) ع_{َ}$

∴ ك × ١٠ + ك × صفر = ٢ ك $ع_{َ}$

١٠ك = ٢ ك $ع_{َ}$ ∴ $ع_{َ} = \frac{10 ك}{2 ك}$ = ٥م/ث

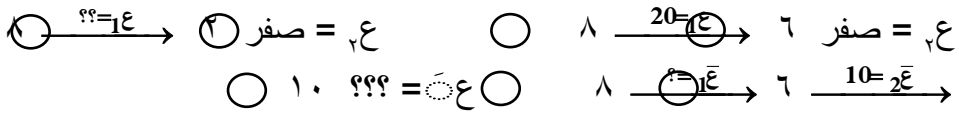
مثال توضيحي

تحرك جسم كتلته ٨كجم بسرعة ٢٠م/ث في خط مستقيم فاصطدم بجسم آخر ساكن كتلته ٦كجم وبعد التصادم تحرك الجسم الثاني بسرعة١٠م/ث أما الجسم الأول فتحرك واصطدم بجسم ثالث كان ساكناً كتلته ٢كجم والتحما معاً. احسب سرعة الجسم المتكون بعد التصادم.

الإجابة النموذجية

يلاحظ من المثال أن المسألة عبارة عن:

تصادم مرن بين الجسمين الأول والثاني — **تصادم غير مرن بين الجسمين الأول والثالث**



∴نوجد سرعة الجسم الأول بعد التصادم المرن وهي عبارة عن سرعته قبل التصادم غير المرن.

التصادم المرن: $ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = ك_١ ع_{َ١} + ك_٢ ع_{َ٢}$

∴ ٨ × ٢٠ + ٦ × صفر = ٨ $ع_١$ + ٦ × ١٠

١٦٠-٦٠ = ٨ $ع_١$ ⇐ ١٠٠ = ٨ $ع_١$ ⇐ $ع_١ = \frac{100}{8}$ = ١٢.٥ م/ث

التصادم غير المرن: $ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = (ك_١ + ك_٢) ع_{َ}$

∴ ٨ × ١٢.٥ + ٢ × صفر = (٨+٢) $ع_{َ}$ ⇐ ١٠٠ = ١٠ $ع_{َ}$ ⇐ $ع_{َ} = \frac{100}{10}$ = ١٠م/ث

ثانياً: التصادم حسب الأبعاد:

التصادم سواءً مرن أو غير مرن يمكن تقسيمه كما يلي:

التصادم

التصادم في بعدين:

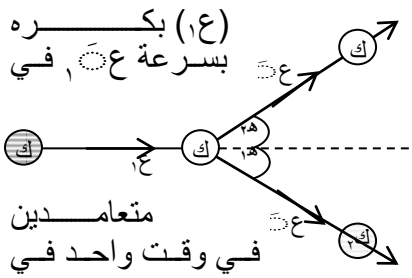
في بعد واحد

هو التصادم الذي فيه يتحرك الجسمان بعد التصادم على نفس الخط المستقيم كما قبل التصادم.

في بعدين

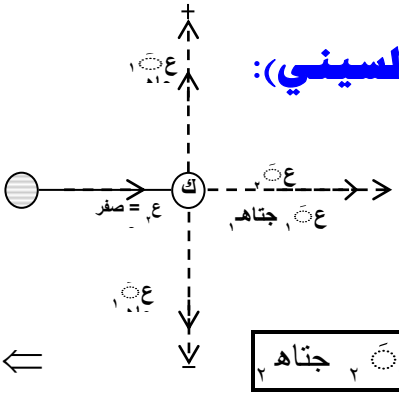
تعريفه: هو التصادم الذي فيه يتحرك الجسمان بعد التصادم في اتجاهين مختلفين يصنعا زاويتين مع اتجاه خط الحركة الابتدائي (محور السينات).

مثل تصادم كرتي بلياردو / جزيئات غاز.



١)في الشكل المرسوم اصطدمت الكرة الأولى (ك١) بسرعة ثانية(ك٢) ساكنة(ع٢= صفر) وبعد التصادم تتحرك الأولى اتجاه يصنع زاوية هـ١ مع المحور السيني (الخط المستقيم) أما الثانية فتتحرك بسرعة ع َ٢ في اتجاه يصنع زاوية هـ٢ مع المحور السيني.

٢)بتحليل سرعتي الجسمين بعد التصادم في اتجاهين كما في الشكل، تصبح حركة الجسمين محصلة حركتين اتجاهين متعامدين:



(١) حركة في الاتجاه الأفقي (على المحور السيني):

بتطبيق قانون حفظ كمية التحرك:

مجموع كمية التحرك للكرتين قبل التصادم = مجموع كمية التحرك للكرتين بعد التصادم

∴ ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = ك١ع َ١ جتاهـ١ + ك٢ ع َ٢ جتاهـ٢

وإذا كانت ع٢ = صفر تصبح العلاقة:

$$\Leftarrow \quad \boxed{ك_{١}\ ع_{١}\ = ك_{١}\ ع\acute{}_{١}\ جتاهـ_{١}\ + ك_{٢}\ ع\acute{}_{٢}\ جتاهـ_{٢}} \qquad (١)$$

(٢) حركة في الاتجاه الرأسي (على المحور الصادي):

∵مجموع كمية التحرك للكرتين قبل التصادم = مجموع كمية التحرك للكرتين بعد التصادم وحيث إن الجسم الأول كان يتحرك أفقياً قبل التصادم والجسم الثاني كان ساكناً ∴ **لا توجد حركة في اتجاه المحور الصادي قبل التصادم.**

∴ صفر = ك٢ ع٢ جاهـ٢ – ك١ ع١ جاهـ١

$$\therefore \quad \boxed{ك_{١}\ ع_{١}\ جاهـ_{١}\ = ك_{٢}\ ع_{٢}\ جاهـ_{٢}} \quad \Leftarrow \quad (٢)$$

وتستخدم العلاقتان (١)، (٢) لإيجاد قيمتي ع١ ، ع٢ أي سرعتيهما بعد التصادم.

إذا تصادم جسمان وكانت كتلتاهما متساوية أي ك١ = ك٢ يمكن أن تصبح العلاقتان كما يلي:

ع١ = ع َ١ جتاهـ١ + ع َ٢ جتاهـ٢ ⇐ (١)

ع َ١ جاهـ١ = ع َ٢ جاهـ٢ ⇐ (٢)

مثال توضيحي

كرة من العاج كتلتها ٠.٣كجم تتحرك بسرعة ٠.٩ م/ث متجهة نحو كرة أخرى من العاج ساكنة كتلتها ٠.١٥كجم وبعد تصادمهما تحركا في اتجاهين متعامدين بحيث تحركت الأولى في اتجاه يميل بزاوية ٣٠° على اتجاه خط الحركة الابتدائي. أوجد سرعة كل كرة بعد التصادم.

الإجابة النموذجية

الكرة الأولى	الكرة الثانية
$ك_1$ = ٠.٣ كجم	$ك_2$ = ٠.١٥كجم
$ع_1$ = ٠.٩ م	$ع_2$ = صفر
$هـ_1$ = ٣٠°	$هـ_2$= ٩٠-٣٠ = ٦٠ (لأن الحركة في اتجاهين متعامدين)
$ع'_1$ = ؟	$ع'_2$ = ؟

بتطبيق قانون حفظ كمية التحرك في الاتجاهين:

١) في اتجاه المحور السيني: ∵ $ك_1 ع_1 = ك_1 ع'_1$ جتاهـ$_1$ + $ك_2 ع'_2$ جتاهـ$_2$

∴ ٠.٣ ×٠.٩ = ٠.٣ × $ع'_1$ × جتا٣٠° + ٠.١٥ × $ع'_2$ × جتا٦٠°

٠.٢٧ = ٠.٣ × ٠.٨٧ × $ع'_1$ + ٠.١٥ × ٠.٥ × $ع'_2$

$$\boxed{٠.٢٧ = ٠.٢٦١ ع_1 + ٠.٠٧٥ ع_2} \Leftarrow$$ (١)

٢) في اتجـــاه المحـــور الصادي: ∵ $ك_1 ع'_1$ جتاهـ$_1$ = $ك_2 ع'_2$ جتاهـ$_2$

٠.٣ × $ع'_1$ × جا٣٠° = ٠.١٥ × $ع'_2$ × جا٦٠°

٠.٣ × ٠.٥ × $ع'_1$ = ٠.١٥ × ٠.٨٧ × $ع'_2$

٠.١٥ $ع'_1$ = ٠.١٥ × ٠.٨٧ $ع'_2$

بالقسمة على ٠.١٥ ∴ $\boxed{ع'_1 = ٠.٨٧ ع'_2}$

بالتعويض في المعادلة (١) عن قيمة $ع'_1$

∴ ٠.٢٧ = ٠.٢٦١ × ٠.٨٧ $ع_2$ + ٠.٠٧٥ $ع_2$

٠.٢٧ = ٠.٢٢٧ $ع'_2$ + ٠.٠٧٥ $ع'_2$

٠.٢٧ = ٠.٣٠٢ $ع'_2$

∴ $ع'_2 = \frac{٠.٢٧}{٠.٣٠٢}$ = ٠.٩ م/ث

بالتعويض في المعادلة (٢) عن قيمة $ع'_2$

∴ $ع'_1$ = ٠.٨٧ × ٠.٩ =٠.٧٨٣ م/ث

مثال توضيحي

يتحرك جسم بسرعة ١٠٠م/ث نحو جسم آخر ساكن لهُ نفس الكتلة فإذا تصادما وتحرك الثاني في اتجاه يميل بزاوية ٣٠ْ على المحور الابتدائي والأول في اتجاه يميل بزاوية ٦٠ْ على المحور الابتدائي. عين سرعة كل جسم بعد التصادم.

الإجابة النموذجية

∵ الكتل متساوية ك١ = ك٢ = ك

الجسم الأول	الجسم الثاني
ع١ = ١٠٠	ع٢ = صفر
هـ١ = ٦٠	هـ١ = ٣٠
ع١َ = ؟	ع٢َ = ؟

الحركة في اتجاه المحور السيني:

∵ ع١ = ع١َ جتاهـ١ + ع٢َ جتاهـ٢

١٠٠ = ع١َ × $\frac{1}{2}$ + ع٢َ × $\frac{\sqrt{3}}{2}$

بالضرب × ٢ ∴ $\boxed{٢٠٠ = ع_{١}^{َ} + ع_{٢}^{َ}\sqrt{٣}}$ ⇐ (١)

الحركة في اتجاه المحور الصادي:

∵ ع١َ جاهـ١ = ع٢َ جاهـ٢

ع١َ × $\frac{\sqrt{3}}{2}$ = ع٢َ × $\frac{1}{2}$

بالضرب × ٢ ∴ ع١َ √٣ = ع٢َ ⇐ $\boxed{ع_{٢}^{َ} = ع_{١}^{َ}\sqrt{٣}}$ ⇐ (٢)

بالتعويض من (٢) في (١) بدلاً عن ع٢َ

∴ ٢٠٠ = ع١َ + ع١َ √٣ × √٣

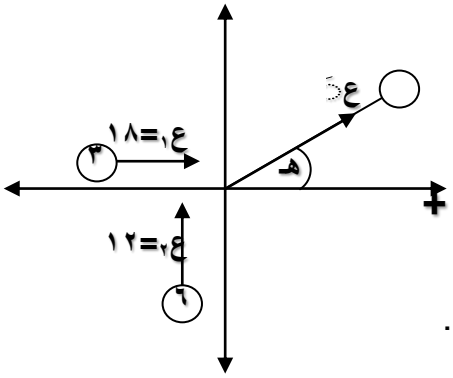
٢٠٠ = ع١َ + ٣ ع١َ ⇐ ٤ ع١َ = ٢٠٠ ⇐ ع١َ = $\frac{200}{4}$ = ٥٠ م/ث

بالتعويض في (٢) بدلاً عن ع١َ

∴ ع٢َ = ٥٠ √٣ = ٨٦.٦ م/ث

مثال توضيحي

جسم كتلته ٣كجم يتحرك في اتجاه الشرق بسرعة ١٨م/ث فاصطدم بجسم آخر كتلته ٦كجم يتحرك في اتجاه الشمال بسرعة ١٢م/ث وكونا جسماً واحداً (صنعا حطاماً). عين سرعته واتجاهه بعد التصادم.



٩

الإجابة النموذجية

∵ التصادم غير مرن في بعدين.

∴ نحلل السرعة ع َ في اتجاهين متعامدين إلى:

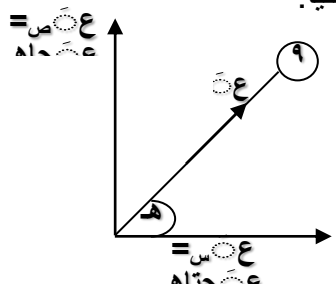
ع َس = ع َ جتاهـ

ع َص = ع َ جاهـ

بتطبيق قانون حفظ كمية التحرك في الاتجاهين.

(١) في الاتجاه الأفقي:

يتحرك الأول فقط أفقياً قبل التصادم أما الثاني لا يتحرك أفقياً.



∴ ع٢ = صفر

∴ ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = (ك١ + ك٢) ع َس

∴ ٣ × ١٨ + ٦ × صفر = ٩ ع َس

٥٤ = ٩ ع َس ⇐ ع َس = $\frac{54}{9}$ = ٦ م/ث

(٢) في الاتجاه الرأسي:

يتحرك الثاني فقط رأسياً قبل التصادم أما الأول لا يتحرك رأسياً.

∴ ع١ = صفر

∴ ك١ ع١ + ك٢ ع٢ = (ك١ + ك٢) عَص

٣ × صفر + ٦ × ١٢ = ٩ عَص

∴ ٧٢ = ٩ عَص ⇐ عَص = $\frac{72}{9}$ = ٨م/ث

∵ عَ = $\sqrt{\text{ع}_{\text{س}}^{٢} + \text{ع}_{\text{ص}}^{٢}}$

∴ عَ = $\sqrt{(٦)^{٢}+(٨)^{٢}}$ = $\sqrt{٣٦ + ٦٤}$ = ١٠٠ = ١٠م/ث

تعيين اتجاه الجسم: أي نوجد الزاوية هـ:

∵ عَس = عَ جتاهـ ∴ ٦ = ١٠ × جتاهـ

∴ جتاهـ = $\frac{6}{10}$ = ٠.٦ ∴ هـ = ٥٣.١°

الصواريخ ذاتية الدفع:

ارتياد الفضاء:

(١)في ٤ أكتوبر ١٩٥٧م أطلق الاتحاد السوفيتي أول قمر صناعي سمي سبوتينك (١).

(٢)في ٣ نوفمبر ١٩٥٧م أطلق الاتحاد السوفيتي قمر آخر سمي سبوتنيك (٢) يحمل الكلبه لايكا.

(٣)في يناير ١٩٥٨م أطلقت أمريكا القمر الصناعي (المستكشف أو ديسفكري).

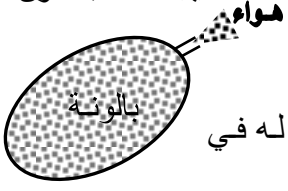
(٤)في ١٩٦٩م بدأ عصر هبوط الإنسان على القمر بهبوط إرمستروبخ وأدوين الدرين الأمريكان على سطح القمر.

وإذا تساءلنا من يحمل الأقمار الصناعية وغيرها من المسابر فالإجابة هي الصاروخ ذاتي الدفع أو النفاث حيث تمكنها من التحرر من الجاذبية الأرضية ولمعرفة كيف تعمل الصواريخ وما هي فكرة عملها نجري النشاط الآتي:

تجربة:

الخطوات	المشاهدة
١- أحضر بالونة مطاطية وأنفخها حتى تمتلئ بالهواء. ٢- أترك البالونة حره الحركة بعد نفخها.	يخرج الهواء من الفتحة بينما تتجه البالونة نحو الاتجاه المعاكس لاندفاع الهواء البالونة.

الاستنتاج: اندفاع الهواء من فتحة البالونة بقوة يعتبر فعل فينشأ رد فعل يجعل البالون تندفع عكس اتجاه خروج الهواء.



فكرة عمل الصاروخ ذاتي الدفع :

(١) طبقاً لقانون (مبدأ) نيوتن الثالث " لكل فعل رد فعل مساوي له في المقدار ومضاد لهُ في الاتجاه".

(٢) طبقاً لقانون (مبدأ) حفظ كمية التحرك الخطي.

حيث كت قبل الإطلاق = كت بعد الإطلاق.

صفر = ك١ ع١ + ك٢ ع٢

∴ ك١ ع١ = − ك٢ ع٢

صاروخ غازات

حيث تحتوي الصواريخ على محركات نفاثة يتم حرق الوقود فيها فتولد غازات ساخنة جداً تندفع من مؤخرة المحركات لأسفل وهذا يسمى فعل فينشأ رد فعل من جزيئات الغاز على المحرك فتبذل قوة دفع إلى الأمام على الصاروخ فيندفع الصاروخ لأعلى.

الصاروخ ذاتي الدفع:

وسيلة لحمل الأقمار الصناعية / مركبات الفضاء / المسابر إلى الفضاء.

الصواريخ المستخدمة في إطلاق الأقمار الصناعية تتكون من مراحل حيث تشتعل كل مرحلة لمدة دقائق ثم تنفصل وتبدأ المرحلة الأخرى بالاشتعال وهكذا فيؤدي ذلك إلى دفع الصاروخ.

علـــل: الصاروخ يعمل بطريقة أفضل في الفضاء الخارجي في حالة انعدام الهواء الجوي.

ج/ لأن عملية الفعل ورد الفعل تحدث داخل المحرك النفاث نفسه ولا تؤثر على السفينة أي قوة خارجية.

حساب كمية التحرك للصاروخ:

قوة دفع الصاروخ = التغير في كمية التحرك للصاروخ = التغير في كمية تحرك الغازات في الاتجاه المعاكس.

$$\text{ق} = \text{ك}_{١} \times \text{ع}_{١} = -\text{ك}_{٢} \text{ ع}_{٢}$$

ومنها نوجد قوة دفع الصاروخ (ق) وأيضاً كمية تحرك الصاروخ حيث $\text{ك}_{٢}$ كتلة الغازات المندفعة في الفترة ما بين احتراق الغازات ولحظة بدء الصاروخ بالتحرك.

١) تؤثر على الصاروخ قوتان:

أ) قوة دفع محرك الصاروخ لأعلى.

ب) وزن الصاروخ لأسفل فتنشأ قوة محصلة لأعلى تسمى قوة الصعود.

$$\therefore \text{ق}_{\text{الصعود}} = \text{ق}_{\text{الدفع}} - \text{ك}_{١} \text{د}$$

٢) العجلة التي يصعد بها الصاروخ لأعلى تتعين من العلاقة:

$$\text{حـ} = \frac{\text{ق صعود}}{\text{ك}_{1}}$$

مثال توضيحي

صاروخ كتلته ١٠طن يقذف غازات ساخنة من محركه بمعدل ١٣٠٠كجم في الثانية وكانت سرعة جزيئات الغاز بالنسبة للصاروخ ٥٠ × $١٠^{٣}$م/ث احسب:

١) قوة دفع الصاروخ. ٢) كمية تحرك الصاروخ.

٣) سرعة الصاروخ.

الإجابة النموذجية

صـــــاروخ	غـــازات
$\text{ك}_{١}$ = ١٠طن = ١٠ × $١٠^{٣}$ كجم	$\text{ك}_{٢}$ = ١٣٠٠ كجم/ث
$\text{ع}_{١}$ = ؟	$\text{ع}_{٢}$ = ٥٠ × $١٠^{٣}$ م/ث

(١) ∵ ق = $\text{ك}_{١}$ $\text{ع}_{١}$ = $\text{ك}_{٢}$ $\text{ع}_{٢}$

∴ ق = ١٣٠٠ × ٥٠ × $١٠^{٣}$ = ٦٥٠٠٠ × $١٠^{٣}$ = ٦٥ × $١٠^{٦}$ نيوتن.

(٢) ∵ ق = كت = كت غـــازات

∴ كت صاروخ = ٦٥ × $١٠^{٦}$ كجـــم. م/ث

(٣) ∵ كت صاروخ = $\text{ك}_{١}$ $\text{ع}_{١}$

∴ ٦٥ × $١٠^{٦}$ = ١٠ × $١٠^{٣}$ × $\text{ع}_{١}$

$$\text{ع}_{١} = \frac{10^{6} \times 65}{10^{3} \times 10} = ٦.٥ \times ١٠^{٣} \text{ م/ث}$$

∴ $\text{ع}_{١}$ = ٦.٥ كم/ث

مثال توضيحي

صاروخ كتلته ٩ طن اندفعت منه الغازات بسرعة ٣كم/ث فإذا كانت قوة دفع محرك الصاروخ ٣.٦ × $١٠^{٦}$ نيوتن. احسب:

١) معدل كتلة الغازات المنفوثة. ٢) سرعة الصاروخ.

الإجابة النموذجية

صـــــاروخ	غـــازات
ك١ = ٩طن = ٩× ١٠^{٣} كجم	ك٢ = ؟
ع١ = ؟	ع٢ = ٣كم/ث = ٣×١٠^{٣}م/ث

ق = ٣.٦× ١٠^{٦} نيوتن = ٣٦× ١٠^{٥} نيوتن.

١) ∵ ق = ك٢ ع٢

∴ ٣٦× ١٠^{٥} = ك٢ × ٣ × ١٠^{٣}

ك٢ = $\frac{36\times10^{5}}{3\times10^{3}}$ = ١٢× ١٠^{٢} = ١٢٠٠ كجم/ث

٢) ∵ ق = ك١ع١

٣٦ × ١٠^{٥} = ١٢×١٠^{٣} × ع١

ع١ = $\frac{36\times10^{5}}{9\times10^{3}}$ = ٤× ١٠^{٢} = ٤٠٠م/ث

مثال توضيحي

صاروخ كتلته الكلية عند الانطلاق ١٢طن اندفعت منه الغازات بمعدل ١٠٠كجم في الثانية بسرعة ١٥٠٠م/ث. احسب:

١) قوة دفع محرك الصاروخ. ٢) العجلة التي يصعد بها لأعلى.

الإجابة النموذجية

ق = ؟ حـ = ؟

صـــاروخ	غـــازات
ك١= ١٢طن= ١٢٠٠٠كجم	ك٢=١٠٠
	ع٢= ١٥٠٠

(١) ∵ ق = كت غازات

∴ ق = ١٠٠ × ١٥٠٠ = ١٥٠٠٠٠ نيوتن.

(٢) ∵ ق الصعود = ق دفع – ك١د

∴ ق الصعود = ١٥٠٠٠٠ – ١٢٠٠٠×١٠ = ١٥٠٠٠٠ – ١٢٠٠٠٠ = ٣٠٠٠٠ نيوتن.

(٣) حـ = $\frac{\text{ق صعود}}{\text{ك}_1}$ ⇐ حـ = $\frac{30000}{12000}$ = ٢.٥ م/ث^{٢}

سرعة الإفلات من الجاذبيـة:

إذا أردنا وضع جسم يدور حول الأرض باستخدام صاروخ ذاتي الدفع (النفث) مثل قمر صناعي بحيث يدور في مدار حول الأرض فيجب وضع شيئين في الأعتبار:

١) سرعة الصاروخ. ٢) اتجاه الصاروخ.

ولتحقيق ذلك يجب إطلاق الصاروخ بشكل أفقي وليس بشكل رأسي وبسرعة ٨كم/ث.

∴سرعة الدوران حول الأرض ٨ كم/ث

يجب أن تكون سرعة الصاروخ الذي يحمل قمر صناعي ٨كم/ث.

لأن هذه السرعة تمكن القمر الصناعي من الخروج من مقاومة الهواء والدوران في مداره حول الأرض.

ولكن إذا أردنا للجسم أن يفلت من نطاق الجاذبية الأرضية فيجب إعطاؤه سرعة أكبر من سرعة الدوران حول الأرض وتعرف بسرعة الإفلات وهي تساوي ١١.٢كم/ث.

∴سرعـة الإفـــلات من الجاذبيـة ١١.٢ كـم/ث

شروط الإفلات من الجاذبية:

١) إطلاق الصاروخ الحامل للجسم بشكل رأسي.

٢) إطلاق الصاروخ بسرعة ١١.٢ كم/ث.
٣) طاقة الحركة للجسم تساوي طاقة الوضع لهُ بعد الإطلاق أو تزيد قليلاً.

س/ماذا يحدث إذا أعطى الصاروخ الحاسمل للجسم سرعة أكبر من سرعة الإفلات(١١.٢كم/ث).

ج/يفلت الجسم من الجاذبية الأرضة ولن يعو ثانية لأنه في هذه الحالة تزداد طاقة الوضع للجسم بينما تقل طاقة حركته تدريجياً ولكنها لا تصل للصفر.

وفي الجدول المبين سرعة الإفلات للأجسام من كواكب المجموعة الشمسية.

الجســـم	سرعـــة الإفـلات من الجسم (كـــم/ث)
الشمس	٤٢.٢ (من سطح الشمس)
المشتري	٦٠.٢
زحل	٣٦
نبتون	٢٤.٩
اورانوس	٢٢.٣
الارض	١١.٢
الزهرة	١٠.٤
المريخ	٥
عطارد	٤.٣
القمر	٢.٤

حساب سرعة الإفلات من الجاذبية:

عند الإفلات ∵ طاقة الحركة للصاروخ = طاقة الوضع لـه.

∴ $\frac{1}{2}$ ك ع^{٢} = ك دنق

∴ ع^{٢} = ٢ دنق

∴ ع = ٢ د نق م/ث أو كم/ث

حيث ك كتلة الجسم أو الصاروخ، د عجلة الجاذبية الأرضية

، نق نصف قطر الأرض(الكوكب أو الشمس أو القمر)

مثال توضيحي

احسب سرعة الإفلات لصاروخ علماً بأن نصف قطر الأرض ٦.٣٦ ×١٠^{٦} م وعجلة الجاذبية الأرضية ٩.٨ م/ث^{٢}.

الإجابة النموذجية

نق = ٦.٣٦ ×١٠^{٦} م د = ٩.٨ م/ث^{٢} ع = ؟

∵ ع = ٢ دنق = ٢ × ٩.٨ × ٦.٣٦ ×١٠^{٦} = ١١.٢ ×١٠^{٣} م/ث

= ١١.٢ كم/ث

مثال توضيحي

إذا علمت أن سرعة الإفلات لصاروخ من القمر ٢.٤كم/ث وعجلة الجاذبية على سطح القمر ١.٦ م/ث^{٢} ، فاحسب نصف قطر القمر.

الإجابة النموذجية

ع = ٢.٤ كم/ث = ٢.٤ ×١٠^{٣} م/ث د = ١.٦ م/ث^{٢} نق = ؟

∵ ع = ٢ د نق

بتربيع الطرفين للتخلص من الجذر ∴ ع^{٢} = ٢ د نق

∴ (٢.٤ ×١٠^{٣})^{٢} = ٢× ١.٦ ×نق

∴ نق = $\frac{10^{6}\times 5,76}{3,2}$ = ١.٨×١٠^{٦}م = ١.٨ ×١٠^{٣}كم

حركة الأقمار الصناعية حول الأرض:

إذا قلنا أن القمر هو تابع طبيعي لكوكب الأرض مثل أقمار كواكب المجموعة الشمسية. فما هو القمر الصناعي؟

القمر الصناعي:

عبارة عن جسم يدور حول جسم آخر ويجهز بأجهزة علمية لاستكشاف الفضاء.

أنواع الأقمـار الصناعيـة:

وظائفهـا:

١) أقمار لدراسة الطقس والتوقعات وإرسال المعلومات إلى الأرض.
٢) أقمار للاتصالات والبث التليفزيوني ونقل الرسائل.
٣) قمر لدراسة سطح الأرض.
٤) أقمار التجسس بنقل المعلومات الحربية.

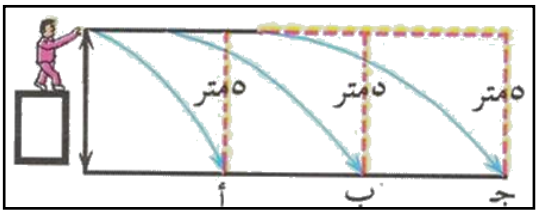
وهناك سفن فضائية ومسابير فضائية غير مأهولة أي لا تحمل كائن حي ترسل لدراسة القمر والكواكب الأخرى لمجموعتنا الشمسية.

كيف توصل العلماء إلى معرفة سرعة دوران الأقمار الصناعية وكيفية وضعة في مداره حول الأرض؟

نشـــاط:

الخطـوات:

١) افرض أن الرجل قذف حجراً بسرعة معينة فسقط عند (أ).
٢) افرض أن الرجل قذف الحجر بسرعة أكبر. ماذا نلاحظ؟



المشاهدة:

يسقط الحجر سقوطاً حراً عند نقطة أبعد من أ ولتكن ب ثم جـ أي تزداد المسافة الأفقية التي يقطعها قبل أن يصل لسطح الأرض.

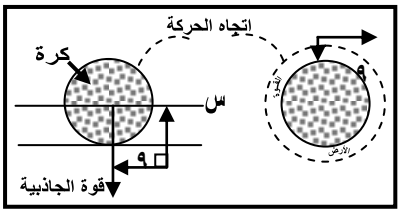
الإستنتاج:

بزيادة السرعة تزداد المسافة الأفقية التي يقطعها الحجر فيسقط سقوطاً حراً على طول مسار منحني حتى يصل للأرض حتى حد معين للسرعة يجعل بعده أو ارتفاعه عن سطح الأرض المنحنى ثابتاً.وإذا لم توجد مقاومة هواء فإن الحجر سيدور حول الأرض.
∴عند قذف القمر الصناعي بسرعة أفقيه فإن المدى الذي يقطعه أفقياً يعتمد على مقدار سرعته وعند سرعة مناسبة (سرعة دورانه ٨كم/ث) فإن القمر يدور حول الأرض في مسار دائري له نصف قطر ثابت وبسرعة ثابتة.

شروط إطلاق القمر الصناعي:

١) يطلق أفقياً بسرعة٨كم/ث(تسمى سرعة الدوران حول الأرض(أو السرعة المدارية).
٢)يوضع على ارتفاع ١٥٠كم من سطح الأرض.

توضع الأقمار الصناعية على ارتفاع معين (١٥٠كم) من سطح الأرض.
حتى تصبح بعيده عن مقاومة الهواء الجوي لأنه في حالة وجود مقاومة الهواء عند سرعته الهائلة هذه فإن القمر ينصهر أي يتحول الحديد إلى سائل.
ولا يعني ذلك أنه يوضع خارج نطاق الجاذبية حتى يدور لأن الجاذبية الأرضية لا تنعدم.
سرعة دوران قمر صناعي حول الأرض ثابتة ولا تتأثر بالجاذبية بالرغم من وجودها.
لأنه يتحرك في اتجاه عمودي على اتجاه قوة الجاذبية الأرضية فلا تتأثر مقدار سرعته ولكن يتأثر اتجاه السرعة فيتحرك موازياً لسطح الأرض وبسرعة ثابتة.



كلما أقترب القمر من الأرض زادت سرعته وأقرب قمر صناعي للأرض يحتاج ٩٠ دقيقة ليكمل دوره كاملة حول الأرض.

حساب سرعة القمر الصناعي اللازمة لاستمراره في مداره:

عند دوران القمر فإنه يكون متزناً تحت تأثير قوتين متساويتين ومتضادتين.
(١) قوة جذب الأرض له. (٢) القوة الجاذبة (الطاردة) المركزية الناشئة عند دورانه.

∴ عند الاتزان: قوة جذب الأرض = القوة الطاردة المركزية.

$$\text{ج} \times \frac{\text{ك}_{\text{أرض}} \times \text{ك}_{\text{قمر}}}{\text{نق}^2} = \text{ك}_{\text{قمر}} \times \frac{\text{ع}^2}{\text{نق}}$$

$$\therefore \text{ع}^2 = \frac{\text{ج}\ \text{ك}_{\text{أرض}}}{\text{نق}} \quad \text{ومنها ع} = \sqrt{\frac{\text{ج}\ \text{ك}_{\text{أرض}}}{\text{نق}_{\text{مدار}}}} \quad \text{م/ ث أو كم/ث}$$

حيث ج ثابت لجذب العام ويساوي ٦.٦٧ × ١٠$^{-١١}$ نيوتن. م^{٢}/ كجم^{٢}
ك كتلة الأرض ويساوي ٦ × ١٠^{٢٤}كجم
نق $_{\text{مدار}}$ نصف قطر المدار للقمر= نق للأرض+ ارتفاع القمر عن سطح الأرض (ل)
نق الأرض = ٦٤٠٠ كيلومتر.

من العلاقة يتضح أن السرعة المدارية القمر تعتمد على نصف قطر المدار (بمعنى أدق ارتفاع القمر عن سطح الأرض) حيث تتناسب السرعة عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار بمعنى تزداد السرعة كلما قل نصف قطر المدار وتقل كلما زاد نصف القطر.

مثال توضيحي

قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع ٢٠٠ كيلومتر فوق سطح الأرض. احسب السرعة المدارية للقمر إذا كان نصف قطر الأرض ٦٤٠٠ كيلومتر وكتلة الأرض ٦×١٠^{٢٤} كجم وثابت الجذب العام ٦.٦٧ ×١٠$^{-١١}$ نيوتن. م^{٢}/ كجم^{٢}

الإجابة النموذجية

ج = ٦.٦٧ × ١٠$^{-١١}$ نيوتن. م^{٢}/ كجم^{٢} ك = ٦ × ١٠^{٢٤} كجم
نق $_{\text{أرض}}$ = ٦٤٠٠ كم

نق $_{\text{مدار}}$ = نق للأرض + (ل)
=٦٤٠٠ كم + ٢٠٠ = ٦٦٠٠كم = ٦٦٠٠ ×١٠^{٣}م = ٦٦ ×١٠^{٥}م

$$\because \text{ع} = \sqrt{\frac{\text{ج}\ \text{ك}}{\text{نق}_{\text{مدار}}}} \Leftarrow \therefore \text{ع} = \sqrt{\frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{66\times10^{5}}} = \sqrt{0.606\times10^{8}} = 0.78\times$$

١٠^{٤}م/ث

في حالة طلب السرعة بوحدة الكيلومتر/ث
ع= ٠.٧٨ × ١٠^{٤} × ١٠$^{-٣}$ = ٠.٧٨ × ١٠ = ٧.٨ كم/ث

مثال توضيحي

احسب ارتفاع قمر صناعي عن سطح الأرض علماً بأن سرعته المدارية ٧.٦كم/ث ونصف قطر الأرض ٦٤٠٠ كيلومتر وكتلة الأرض ٦×١٠^{٢٤} كجم.

الإجابة النموذجية

ل = ؟ ع = ٧.٦كم/ث=٧.٦×١٠^{٣}م/ث نق الأرض = ٦٤٠٠كم= ٦٤٠٠×١٠^{٣} = ٦٤ × ١٠^{٥}م
ج = ٦.٦٧ × ١٠$^{-١١}$

$$\because \text{ع} = \sqrt{\frac{\text{ج}\ \text{ك}}{\text{نق}_{\text{مدار}}}}$$

$$\therefore 7.6\times10^{3} = \sqrt{\frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{\text{نق}_{\text{مدار}}}}$$

بتربيع الطرفين: ٥٧.٧٦ × ١٠^{٦} = $\frac{4002\times10^{13}}{\text{نق}_{\text{مدار}}}$

∴ نق مدار = $\frac{4002\times10^{13}}{57,76\times10^{6}}$ = ٠,٦٩ × ١٠^٧ = ٦٩ × ١٠^م

∵ نق مدار = نق للأرض + ل

∴ ٦٩ × ١٠^ = ٦٤ × ١٠^ + ل

ل = ٦٩ × ١٠^ – ٦٤ × ١٠^ = ٥ × ١٠^م = ٥ × ١٠^ × ١٠^-٣ = ٥ × ١٠^٢ = ٥٠٠ كم

كمية التحرك الزاوي:

سبق دراسة حركة الأجسام وعرفنا أن هناك نوعان للحركة:

حركة خطية:

فيها يتحرك الجسم في خط مستقيم بسرعة خطية (ع).

حركة دائرية(زاوية):

فيها يتحرك الجسم حول محور ثابت مثل حركة باب- شباك – قمر صناعي بسرعة زاوية (ω).

تعريف السرعة الزاوية( ):

هي معدل تغير الإزاحة الزاوية (الدورانية) بالنسبة للزمن.

حيث: $\omega = \frac{\theta}{ز}$ زاوية نصف قطرية / ث وأيضاً $\omega = \frac{ع}{نق}$ زاوية نصف قطرية/ث

تعريف كمية التحرك الزاوي:

عبارة عن حاصل ضرب عزم القصور الذاتي الدوراني في السرعة الزاوية.

كمية التحرك الزاوي = I ω

حيث I عزم القصور الذاتي

خاصية القصور الذاتي (في حالة الحركة الخطية):

هي مقاومة الجسم للتغير في حالته من حيث السكون أو الحركة الخطية.

∴ القصور الذاتي الدوراني:

هي مقاومة الجسم لعزم القوة التي تحاول أحداث تغيير في حالة حركة الجسم الدروانية.

قانون حفظ (بقاء) كمية التحرك الزاوي:

"تظل كمية التحرك الزاوي لجسم (أو عدة أجسام) ثابتة ما لم تؤثر عليها عزوم دوران خارجية"

أو بمعنى آخر: بدون عزم خارجي فإن حاصل ضرب عزم القصور الذاتي في السرعة الزاوية لأي جسم عند أي لحظة تظل ثابتة.

ولتوضيح القانون (المبدأ) نقم بالنشاط الآتـــي:

تجربـــة:

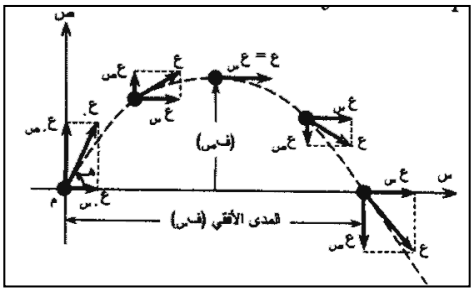
الخطـــوات	المشاهـــدة
١- أدر عجلـــة دراجـــة هوائيـــة حـــول محورها. ٢- استمر في تدويرها بقوة وحاول إيقافها	يصـعب إدارتهـا أولاً وفـي الحالـة الثانيـة يصعب إيقاف العجلة.

الاستنتاج: الجسم (العجلة) يحاول مقاومة أي تغيير لحالته الدورانية حول محوره حيث أن معظم كتلتها تتركز في الإطار البعيد عن مركز الدوران.

أهمية القانون (المبدأ)

١) يفسر دوران الأرض حول الشمس حيث يظل محور دوران الأرض ثابت بالنسبة للكون المحيط.
٢) يفسر دوران الكواكب حيث يتنبأ بوقت حدوث خسوف القمر ومكان حدوثه على سطح الأرض.
٣)يفسر دوران الالكترونات حول النواة في الذرات.

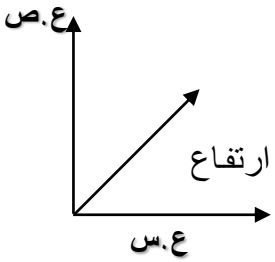
حركـــــــــــة المقذوفـــــــــــات



عند إطلاق جسم مقذوف (قذيفة / صاروخ) في مستوى رأسي لأعلى باتجاه يميل إلى المستوى الأفقي بزاوية(هـ) وتسمى زاوية القذف وبسرعة ابتدائية (ع.) فإن الجسم المقذوف يكون واقع تحت تأثير وزنه فقط مع إهمال مقاومة الهواء لصغرها.
الشكل يبين حركة مقذوف بعمد عملية قذفه.
في هذه الحالة لحركة الأجسام نحلل سرعة الجسم المقذوف (ع.) إلى مركبتين متعامدتين هما:

(١) مركبة أفقية توازي المحور م س: (ع . س)

حيث ع.س = ع جتاهـ
وتعتبر هذه السرعة منتظمة أي ثابتة حيث د = صفر في هذه الحالة لعدم تأثر المقذوف بقوة الجاذبية أفقياً.



(٢) مركبة رأسية توازي المحور م ص (ع.ص)

حيث ع.ص = ع. جاهـ
تعتبر هذه السرعة متغيرة وتنعدم عندما يصل المقذوف إلى أقصى ارتفاع عن سطح الأرض.
∴تعتبر حركة المقذوفات محصلة حركتين مستقلتين في وقت واحد:

(١)الحركة الرأسية:

حيث يتحرك المقذوف بعجلة تساوي عجلة الجاذبية الأرضية وتعاكسها في الاتجاه (د=- ٩.٨ م/ث أو تقريباً د= -١٠م/ث) وبسرعة ابتدائية ع. ص=ع. جاهـ
وبتطبيق معادلات الحركة في خط مستقيم نوجد منها:

(أ) زمن وصول المقذوف للذروة:

أي زمن وصول المقذوف لأقصى ارتفاع.
حيث نطبـق $\boxed{ع_{ص} = ع . جاهـ + دز}$
ومنها نوجد ز على اعتبار ع$_{ص}$ = صفر في هذه الحالة.

(ب) ذروة القذف:

أي أقصى ارتفاع وصل إليه المقذوف.
حيث نطبـق $\boxed{ف_{ص} = (ع . جاهـ)ز + \frac{1}{2} دز^{٢}}$
ومنها نوجد ف$_{ص}$ بمعلومية ز
أو نطبـق $\boxed{ع^{٢}_{ص}=(ع . جاهـ)^{٢} + ٢ دف_{ص}}$
إذا لم يعطِ ز على اعتبار ع$_{ص}$ = صفر

(ج)زمن وصول القذيفة للهدف:

أي زمن عودة المقذوف إلى نفس السطح الأفقي الذي قذف منه.

حيث نطبق: ١) ز هدف=٢×ذروه(على اعتبار أن ز هدف =ز$_{صعود}$+ز$_{هبوط}$)أي ضعف زمن الذروة.

أو ٢) ف$_{ص}$ = (ع. جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ د ز^{٢}

على اعتبار ف ص = صفر في هذه الحالة لأنه رجع إلى المستوى الأفقي.

(١) الحركة الأفقية:

حيث عجلة المقذوف منعدمة في هذه الحالة أي يتحرك أفقياً بسرعة ثابتة أو منتظمة ع.س

وبتطبيق معادلات الحركة نوجد منها:

(د) المدى الأفقي:

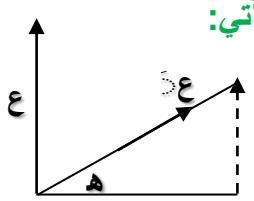
أي المسافة التي قطعها الجسم المقذوف على المحور السيني حتى يصل إلى نقطة الهدف أو هي بعد الهدف عن مكان إطلاق المقذوف.

حيث نطبق | ف$_{س}$ = (ع. جتاهـ(ز |

ومنها نوجد ف س بمعلومية زمن الوصول للهدف

إيجاد سرعة الجسم المقذوف عند أي لحظة زمنية:

إذا طلب منك سرعة الجسم بعد أي فترة زمنية تحدد في المسألة نتبع الآتي:



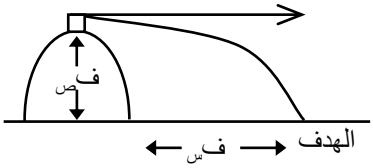
١) نوجد السرعة الأفقية الثابتة ع$_{س}$ = ع. جتاهـ

٢) نوجد السرعة الرأسية المتغيرة ع$_{ص}$ = ع. جاهـ + دز

٣) نوجد محصلة السرعتين المتعامدتين ع = $\sqrt{ع_{س}^{٢} + ع_{ص}^{٢}}$

حيث ع سرعة الجسم المقذوف عند أي لحظة.

إذا أطلق الجسم المقذوف أفقياً من قمة جبل أو هضبة – طائرة فـــإن:



١)زاوية القذف (هـ) = صفر.

٢)ز هدف = ز ذروه.

٣)د = - ١٠م/ث^{٢}

مثال توضيحي

قذف جسم بسرعة ابتدائية مقدارها ١٢م/ث في اتجاه يصنع زاوية ٣٠° مع المستوى الأفقي. احسب:

١) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم المقذوف.

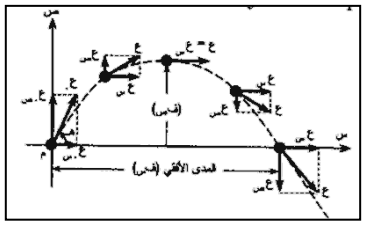
٢) الزمن اللازم لوصول الجسم لأقصى ارتفاع.

٣) المسافة التي يصل إليها الجسم إلى الهدف (المدى الأفقي).

٤) سرعة الجسم بعد قذفه بثانيه واحدة.

٥) مثل حركة الجسم بالرسم البياني. (اعتبر عجلة الجاذبية ١٠م/ث^{٢})

الإجابة النموذجية



ع. = ١٢ هـ = ٣٠° د = -١٠

١) ∵ ع$_{ص}^{٢}$ = (ع.جاهـ)^{٢} + ٢ د ف ص

صفر = (١٢ × $\frac{1}{2}$)^{٢} -٢× ١٠ × ف$_{ص}$

٢٠ف$_{ص}$ = (٦)^{٢}

ف$_{ص}$ = $\frac{36}{20}$ = ١.٨ م

٢) ∵ ع ص = (ع. جاهـ) + د ز

∴ صفر = ١٢ × $\frac{1}{2}$ - ١٠ × ز

$$10 ز = 6 \qquad \therefore ز = \frac{6}{10} = 0.6 \text{ ث}$$

٣) لحساب المدى الأفقي نوجد زمن الوصول للهدف.

$$\because ف_{ص} = (ع_{0} جاهـ) ز + \frac{1}{2} د ز^{2}$$

$$\therefore \text{صفر} = (12 \times \frac{1}{2} \times ز - \frac{1}{2} \times 10 \times ز^{2}$$

$$5 ز^{2} = 6 ز$$

بالقسمة على ز $\qquad \therefore 5 ز = 6 \Leftarrow ز = \frac{6}{5} = 1.2$ ثانية.

حل ثان: $\qquad \because ز_{\text{هدف}} = 2 \times ز_{\text{ذروة}}$

$$\therefore ز_{\text{هدف}} = 2 \times 0.6 = 1.2 \text{ ثانية}$$

$$\because ف_{س} = ع_{0} جتاهـ ز$$

$$\therefore ف_{س} = 12 \times \frac{3}{2} \times 1.2$$

$$ف_{س} = 7.2 \times 3 = 12.9 \text{ م}$$

٤) $ع_{س} = ع_{0} جتاهـ = 12 \times \frac{3}{2} = 6 \sqrt{3}$ م/ث $= 10.4$ م/ث

$$ع_{ص} = ع_{0} جاهـ + د ز$$

$$ع_{ص} = 12 \times \frac{1}{2} - 10 \times 1$$

$ع_{ص} = -4$ م/ث $\qquad$ ***(الإشارة تعني أن المقذوف يهبط إلى الأسفل)***

$$\because ع = \sqrt{ع_{س}^{2} + ع_{ص}^{2}}$$

$$\therefore ع = \sqrt{(10.4)^{2} + (-4)^{2}} = \sqrt{108.2 + 16} = \sqrt{124.2} = 11.14 \text{ م/ث}$$

مثال توضيحي

أطلق مقذوف بسرعة ابتدائية في اتجاه يميل بزاوية 45° على المستوى الأفقي فوصل إلى أقصى ارتفاع ٤٠٠٠م. احسب:

١) الزمن اللازم لوصوله إلى هذا الارتفاع.

٢) المدى الأفقي.

٣) سرعته بعد مرور ٨ ثوان من لحظة القذف.

الإجابة النموذجية

لاحظ: يجب إيجاد السرعة الابتدائية أولاً.

$هـ = 45 \qquad ف_{ص} = 4000$م

١) $ع_{ص}^{2} = (ع_{0} جاهـ)^{2} + 2 د ف_{ص}$

$$\text{صفر} = (ع_{0} \times \frac{1}{2})^{2} - 2 \times 10 \times 4000$$

$$\frac{ع_{0}^{2}}{2} = 80000$$

$$ع_{0}^{2} = 80000 \times 2 = 160000$$

$$\therefore ع_{0} = \sqrt{160000} = 400 \text{ م/ث}$$

$$\because ع_{ص} = ع_{0} جاهـ - د ز$$

$$\text{صفر} = 400 \times \frac{1}{2} - 10 ز$$

$$10 ز = \frac{400}{2} \Leftarrow ز = \frac{400}{2 \times 10} = 28.28 \text{ ث}$$

٢) $\because ف_{ص} = (ع_{0} جاهـ) ز + \frac{1}{2} د ز^{2}$

صفر = $\frac{1}{2}$ × ٤٠٠ × $\frac{1}{2}$ ز − ١٠ ز^{٢}

$\frac{400}{2}$ ز^{٢} = ٥ ز^{٢}

بالقسمة على ٥ ز ∴ ز = $\frac{80}{2}$ = ٥٦.٥٦ ث

حل ثانٍ: ∵ ز هدف = ٢ × ز ذروه

∴ ز هدف = ٢ × ٢٨.٢٨ = ٥٦.٥٦ ث

∵ ف$_{س}$ = ع.جتاهـ ز

∴ ف$_{س}$ = ٤٠٠ × $\frac{1}{2}$ × $\frac{80}{2}$ = $\frac{32000}{2}$ = ١٦٠٠٠م

٣) ع$_{س}$ = ع.جتاهـ = ٤٠٠ × $\frac{1}{2}$ = $\frac{400}{2}$ = ٢٨٢.٨ م/ث

ع$_{ص}$ = ع.جاهـ + دز

ع$_{ص}$ = ٤٠٠ × $\frac{1}{2}$ − ١٠ × ٨ = ٢٨٢.٨ − ٨٠ = ٢٠٢.٨ م/ث

∵ ع = $\sqrt{ع_{س}^{٢} + ع_{ص}^{٢}}$

∴ ع = $\sqrt{(٢٨٢.٨)^{٢} + (٢٠٢.٨)^{٢}}$ = ٣٤٨ م/ث

مثال توضيحي

قذف مدفع قذيفة لأعلى باتجاه يميل على الأفق بزاوية ٣٠° فإذا كانت سرعة القذيفة الرأسية بعد مرور ٤ ثوان من لحظة القذف ٨٠م/ث. أوجد:

١) الارتفاع التي وصلت إليه في نفس الزمن.

٢) أقصى ارتفاع وصلت إليه القذيفة.

٣) البعد بين مكان سقوطها على الأرض والمدفع (المدى الأفقي).

٤) سرعة ارتداد المدفع علماً بأن كتلته ٢٠طن وكتلة القذيفة ١٠٠كجم.

الإجابة النموذجية

هـ = ٣٠ ع$_{ص}$ = ٨٠م/ث ز = ٤

١) نوجد أولاً ع. ∵ ع$_{ص}$ = ع.جاهـ + دز

٨٠ = ع. × $\frac{1}{2}$ − ١٠ × ٤

∴ ٨٠ + ٤٠ = $\frac{0٤}{2}$ ⇐ ١٢٠ = $\frac{0٤}{2}$ ⇐ ع. = ١٢٠ × ٢ = ٢٤٠م/ث

∵ ف$_{ص}$ = (ع.جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ دز^{٢}

∴ ف$_{ص}$ = ٢٤٠ × $\frac{1}{2}$ × ٤ − $\frac{1}{2}$ × ١٠ × ٤ × ٤

= ٤٨٠ − ٨٠ = ٤٠٠م

حل ثانٍ: ∵ ع$^{٢}_{ص}$ = (ع.جاهـ)^{٢} + ٢ دف$_{ص}$

∴ (٨٠)^{٢} = ($\frac{1}{2}$ × ٢٤٠)^{٢} − ٢ × ١٠ × ف$_{ص}$

٦٤٠٠ = ١٤٤٠٠ − ٢٠ف$_{ص}$

٢٠ف$_{ص}$ = ١٤٤٠٠ − ٦٤٠٠

∴ ف ص = $\frac{8000}{20}$ = ٤٠٠ م

٢) ∵ ع$_{ص}$ = ع.جاهـ + دز

صفر = ٢٤٠ × $\frac{1}{2}$ − ١٠ ز

$\therefore$ ز = ١٢٠ ⇐ ز = $\frac{120}{10}$ = ١٢ث

$\because$ ف$_{ص}$ = (ع جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ دز^{٢}

ف$_{ص}$ = ٢٤٠× $\frac{1}{2}$ × ١٢ − $\frac{1}{2}$ × ١٠ × ١٢ × ١٢

= ١٤٤٠ − ٧٢٠ = ٧٢٠ م

٣) $\because$ ز $_{هدف}$ = ٢× ز $_{ذروه}$

ز $_{هدف}$ = ٢ × ١٢ = ٢٤ث

حل ثان: $\because$ ف$_{ص}$ = (ع جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ د ز^{٢} $\therefore$ صفر = ٢٤٠ × $\frac{1}{2}$ × ز − $\frac{1}{2}$ × ١٠× ز^{٢}

٥ز^{٢} = ١٢٠ ز

بالقسمة على ٥ ز ز = $\frac{120}{5}$ = ٢٤ث

$\because$ ف$_{ص}$ = ع جتاهـ ز $\therefore$ ف$_{س}$ = ٢٤٠ × $\frac{3}{2}$ × ٢٤

= ٢٨٨٠ × ٣ = ٤٩٨٨.٣٢م

٤) ك$_{١}$= ٢طن= ٢ × ١٠٠٠ = ٢٠٠٠كجم ك$_{٢}$ = ١٠٠كجم ع$_{١}$= ؟

$\because$ كت صاروخ = − كت قذيفة $\therefore$ ك$_{١}$ × ع$_{١}$= − ك$_{٢}$ × ع$_{٢}$

٢٠٠٠ × ع$_{١}$= − ١٠٠ × ٢٤٠ $\therefore$ ع$_{١}$ = $\frac{-24000}{2000}$ = − ١٢ م/ث

الإشارة السالبة تعني أن سرعة الارتداد في اتجاه معاكس لحركة القذيفة.

مثال توضيحي

أطلق صاروخ من طائرة هيلوكبتر أفقياً بسرعة ١٠٠م/ث فسقط على بعد ٢كم من المسقط الرأسي للطائرة . احسب:

١)زمن وصولها لهذا البعد.

٢)ارتفاع الطائرة لحظة إطلاق الصاروخ.

الإجابة النموذجية

ع$_{.}$= ١٠٠ ف$_{س}$ = ٢كم = ٢ × ١٠٠٠ = ٢٠٠٠م هـ = صفر د = ١٠

١) $\because$ ف$_{س}$ = ع$_{.}$ جتاهـ ز ٢٠٠٠ = ١٠٠ × ١ ×

ز

ز = $\frac{2000}{100}$ = ٢٠ث

٢) $\because$ ز هدف = ز ذروه في هذه الحالة فقط.

$\therefore$ ز$_{ذروه}$ = ٢٠ث

$\because$ ف$_{ص}$ = (ع$_{.}$جاهـ)ز + $\frac{1}{2}$ د ز^{٢}

$\therefore$ ف$_{ص}$ = ١٠٠× صفر × ٢٠ + $\frac{1}{2}$ × ١٠ × ٢٠ × ٢٠

ف$_{ص}$ = صفر + ٢٠٠٠ = ٢٠٠٠م

تعاريف

١)**كمية التحرك الخطي:** كمية فيزيائية تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته.

وتتوقف كمية التحرك على عاملين:(١) كتلة الجسم. (٢) سرعة الجسم.

٢)**قانون حفظ كمية التحرك الخطي:** كمية التحرك الكلية للأجسام المتصادمة قبل التصادم تساوي كمية التحرك الكلية لها بعد التصادم.

٣) **التصادم المرن:** هو التصادم الذي تكون فيه مجموع الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة قبل التصادم مساوية لمجموع الطاقة الحركية لها بعد التصادم.

٤) **التصادم غير المرن:** هو التصادم الذي تكون فيه الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة بعد التصادم أقل من طاقتها الحركية قبل التصادم.

٥) **التصادم في بعد واحد:** هو التصادم الذي فيه يتحرك الجسمان بعد التصادم على نفس الخط المستقيم كما قبل التصادم.

٦) **التصادم في بعدين:** هو التصادم الذي فيه يتحرك الجسمان بعد التصادم في اتجاهين مختلفين يصنعان زاويتين مع اتجاه خط الحركة الابتدائي (محور السينات).

٧) **الصاروخ ذاتي الدفع:** وسيلة لحمل الأقمار الصناعية ومركبات الفضاء والمسابر إلى الفضاء وهو يعمل طبقاً لقانون حفظ كمية التحرك الخطي وقانون نيوتن الثالث.

٨) **سرعة الإفلات من الجاذبية:** هي سرعة إفلات الجسم من الجاذبية الأرضية وتساوي ١١.٢كم/ث.

٩) **القمر الصناعي:** عبارة عن جسم يدور حول جسم آخر ويجهز بأجهزة علمية لاستكشاف الفضاء.

١٠) **سرعة الدوران (السرعة المدارية للقمر الصناعي):** هي سرعة دوران القمر الصناعي حول الأرض في مسار دائري لهُ نصف قطر ثابت وبسرعة ثابتة. **حيث** تتناسب السرعة عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار أي على ارتفاع القمر عن سطح الأرض.

١١) **الحركة الدائرية(الزاوية):** هي الحركة التي يتحرك فيها الجسم حول محور ثابت بسرعة زاوية.

١٢) **السرعة الزاوية (ω):** هي معدل تغير الإزاحة (الدورانية) بالنسبة للزمن.

١٣) **كمية التحرك الزاوي:** عبارة عن حاصل ضرب عزم القصور الذاتي الدوراني في السرعة الزاوية.

١٤) **القصور الذاتي الدوراني:** هي مقاومة الجسم لعزم القوة التي تحاول أحداث تغيير في حالة حركة الجسم الدورانية.

١٥) **قانون حفظ كمية التحرك الزاوي:** **"**تظل كمية التحرك الزاوي لجسم (أو عدة أجسام) ثابتة ما لم تؤثر عليها عزوم دوران خارجية**"**.

١٦) **زاوية القذف (هـ):** هي الزاوية المحصورة بين سرعة المقذوف والمحور الأفقي.

١٧) **زمن وصول المقذوف للذروة:** أي زمن وصول المقذوف لأقصى ارتفاع.

١٨) **ذروة القذف (فـص):** أي أقصى ارتفاع وصل إليه المقذوف.

١٩) **زمن وصول القذيفة للهدف (ز هدف):** أي زمن عودة المقذوف إلى نفس السطح الأفقي الذي قذف فيه.

٢٠) **المدى الأفقي:** أي المسافة التي قطعها الجسم المقذوف على المحور السيني حتى يصل إلى نقطة الهدف أو هي بعد الهدف عن مكان إطلاق المقذوف.

قوانيـن

١) كمية التحرك لجسم:

كت = ك × ع كجم. م/ث (جم.سم/ث) (مثال ١)

٢) قانون حفظ كمية التحرك الخطي للتصادم المرن:

$ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = ك_١ ع'_١ + ك_٢ ع'_٢$ (مثال ٢ ، ٣)

٣) قانون حفظ كمية التحرك الخطي للتصادم الغير مرن:

$ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = (ك_١ + ك_٢) ع'$ (مثال ٤ ، ٥ ، ٦)

) قانون حفظ كمية التحرك الخطي للتصادم في بعدين:

$ك_١ ع_١ = ك_١ ع'_١ جتاهـ_١ + ك_٢ ع'_٢ جتاهـ_٢$

التصادم المرن:

$ك_١ ع'_١ جاهـ_١ = ك_٢ ع'_٢ جاهـ_٢$ (مثال ٧ ، ٨)

التصادم الغير مرن:

$ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = (ك_١ + ك_٢) ع'_س$

$ك_١ ع_١ + ك_٢ ع_٢ = (ك_١ + ك_٢) ع'_ص$ (مثال ٩)

$ع'_ـ = \sqrt{ع'^{٢}_س + ع'^{٢}_ص}$ م/ث

٥) قوة دفع الصاروخ وحساب كمية التحرك لهُ وسرعته:

ق الدفع = ك١ع١ (صاروخ) = - ك٢ع٢ (غازات) (مثال ١٠، ١١)

٦) قوة صعود الصاروخ وحساب عجلة الصعود:

ق الصعود = ق الدفع – ك١ د نيوتن. (مثال١٢)

حـ = $\frac{\text{ق صعود}}{\text{ك}_1}$ م/ث٢

٧) سرعة الإفلات من الجاذبية:

ع = $\sqrt{2}$دنق م/ث (كم/ث) مثال(١٣ ، ١٤)

٨) سرعة دوران القمر الصناعي (السرعة المدارية):

ع = $\sqrt{\frac{\text{ج ك}_{\text{أرض}}}{\text{نق}_{\text{مدار}}}}$ م/ث (كم/ث) (مثال١٥ ، ١٦)

٩) حركـــة المقذوفـــات:

أ) زمن وصول القذيفة للذروة:

ع ص = ع.جاهـ + دز بشرط ع ص = صفر

ب) ذروة القـــذف:

ف ص= (ع.جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$دز٢ في وجود الزمن

أو ع٢ ص = (ع.جاهـ)٢ + ٢ دف ص في عدم وجود الزمن

جـ(زمن وصول القذيفة للهدف:

ز هدف = ٢ × ز ذروه (مثال ١٧، ١٨، ١٩)

أو فـص = (ع.جاهـ) ز + $\frac{1}{2}$ دز٢ بشرط فـص= صفر

د) المـــدى الأفقـــــي:

فـس = ع. جتاهـ ز حيث ز هدف

هـ) سرعة القذيفة بعد أي فترة زمنية:

ع س= ع. جتاهـ

ع ص= ع.جاهـ+ دز

ع = $\sqrt{\text{ع}_{\text{س}}^2 + \text{ع}_{\text{ص}}^2}$

* عند إطلاق قذيفة أفقيه:

هـ = صفر ز هدف = ز ذروه د= ١٠م/ث٢ (مثال ٢٠)

تعليلات

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
١	كمية تحرك سيارة أكبر من كمية تحرك لعبة على هيئة سيارة تتحرك بنفس السرعة؟	لكبر كتلتها فتزداد كمية تحركها.
٢	نبذل شغل أكبر لتحريك سيارة نقل كبيرة بنفس سرعة سيارة صغيرة؟	لكبر كتلتها فتقل سرعتها فيلزم بذل شغل أكبر لزيادة سرعتها.
٣	تأثير رصاصة منطلقة من مسدس أكبر من الاختراق فما لو كانت منطلقة باليد؟	لزيادة سرعتها فتزداد كمية تحركها ويزداد الاختراق.
٤	الطاقة الحركية لأي تصادم ليست ثابتة؟	لأن الطاقة الحركية تكون ثابتة فقط في حالة التصادم المرن أما في التصادم الغير مرن فتفقد طاقة حركية في صورة صوت - حرارة.
٥	كمية التحرك لأي تصادم ثابتة؟	لأنها تنتقل من جسم لآخر عند التصادم فتظل ثابتة.
٦	لا يوجد في الحياة تصادم عديم المرونة؟	لأنه لا يوجد تصادم يفقد كل الطاقة الحركية ولكن قد يفقد جزء منها أو معظمها.
٧	اندفاع البالون المنفوخ بالهواء في اتجاه عكس خروج الهواء من الفتحة؟	بسبب رد فعل الهواء الخارج على البالون.
٨	اندفاع الصاروخ النفاث لأعلى؟	بسبب رد فعل الغازات الساخنة المندفعة من محركاته على الصاروخ لأعلى.
٩	يطلق الصاروخ الحامل للقمر الصناعي بسرعة ٨كم/ث؟	حتى يتمكن القمر من الخروج من مقاومة الهواء والدوران في مدار حول الأرض.
١٠	توضع الأقمار الصناعية على ارتفاع ١٥٠كم من سطح الأرض	حتى تصبح بعيده عن مقاومة الهواء الجوي لأنه في حالة وجود مقاومة الهواء عند سرعته الهائلة هذه فإن القمر ينصهر أي يتحول الحديد إلى سائل.
١١	دوران القمر حول الأرض في مسار دائري لهُ نصف قطر ثابت وبسرعة ثابتة.	لأن المدى الذي يقطعه أفقياً يعتمد على مقدار سرعته ولذلك عند سرعة معينة (٨كم/ث) فإن القمر يدور حول الأرض في مسار دائري ثابت وبسرعة ثابتة.
١٢	سرعة دوران قمر صناعي حول الأرض ثابتة على الرغم من وجود الجاذبية الأرضية.	لأنه يتحرك في اتجاه عمودي على اتجاه قوة الجاذبية الأرضية فلا تتأثر مقدار سرعته ولكن يتأثر اتجاه السرعة فيتحرك موازياً لسطح

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
		الأرض وبسرعة ثابتة.
١٣	من الخطأ القول أن القمر الصناعي يوضع خارج نطاق الجاذبية.	لأنه مهما كان ارتفاع مداره عن الأرض فإن الجاذبية الأرضية لا تنعدم.
١٤	تزداد سرعة القمر الصناعي كلما اقترب مداره من سطح الأرض وتقل كلما ابتعد؟	لأن سرعة القمر تتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر المدار أو بمعنى آخر ارتفاعه عن سطح الأرض لذلك تزداد سرعته كلما قل ارتفاعه عن سطح الأرض وتقل سرعته كلما زاد ارتفاعه أي أبتعد.
١٥	صعوبة إيقاف عجلة دراجة هوائية تدور حول محورها.	لأن العجلة تحاول مقاومة أي تغيير لحالتها الدورانية حول محورها.
١٦	محور دوران الأرض ثابت بالنسبة للكون المحيط.	لأن كمية التحرك الزاوي للأرض مقدار ثابت طالما لم يؤثر عليها عزوم دوران خارجية.
١٧	السرعة الأفقية للجسم المقذوف في الهواء ثابتة.	لأن العجلة التي يتحرك بها على المستوى الأفقي =صفر أي لا تتأثر بقوة الجاذبية أفقياً ولذلك يتحرك في هذه الحالة بسرعة منتظمة ثابتة.

(١) مقارنة بين التصادم المرن والتصادم غير المرن:

	التصادم المرن	التصادم الغير مرن
١	يحافظ على قانون بقاء كمية التحرك الخطي	يحافظ على قانون بقاء كمية التحرك الخطي.
٢	لا ينتج عنه فقد في الطاقة الحركية.	ينتج عنه فقد في الطاقة الحركية على صورة حرارة - ضوء - صوت.
٣	لا ينتج عنه تكون جسم جديد بعد التصادم.	ينتج عنه تكون جسم واحد جديد بعد التصادم.
٤	مثال لهُ: تصادم جزيئات الغاز في إناء مغلق.	مثال لهُ: تصادم رصاصة مع هدف.

الإجابة النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

إجابة السؤال الأول:

ضع علامة (✓) أمام الفقرة الصحيحة وعلامة (✗) أمام الفقرة الخطأ فيما يأتي:

أ) تظل الطاقة الحركية لأي تصادم ثابتة. (✗)

ب) تُحمل الصواريخ ذاتية الدفع وفق مبدأ حفظ كمية التحرك. (✓)

ج) تعمل البالونة المنفوخة والمتروكة حرة ومفتوحة بمبدأ الفعل ورد الفعل. (✓)

د) مبدأ الفعل ورد الفعل لا ينطبق خارج الغلاف الجوي للأرض. (✗)

ه) ٨كم/ ث هي سرعة إفلات الأجسام من الأرض. (✗)

و) في حالة إفلات الجسم من الأرض فإن طاقته الحركية تقل عن طاقة الوضع. (✓)

ز) تزداد سرعة القمر الصناعي في حالة قربه من الأرض. (✓)

ح) يسير القمر الصناعي موازياً لجاذبية الأرض. (✗)

ط) تعتمد السرعة المدارية للقمر الصناعي على نصف قطر المدار. (✓)

ي) كمية التحرك الزاوي كمية متجهة. (✗)

ك) السرعة الزاوية لجسم = $\frac{\text{كمية التحرك الزاوي}}{\text{عزم القصور الذاتي الدوراني}}$ (✓)

ل) ثبوت كمية التحرك الزاوي لا يتغير بتغير العزم. (✗)

السؤال الثاني:

إذا كانت كمية التحرك لصاروخ ٥ × $١٠^{٨}$ كجم. م/ث، وكانت سرعته ٥ × $١٠^{٣}$م/ث. فما كتلته؟

إجابة السؤال الثاني:

∵ كت = ك × ع

∴ ٥ × $١٠^{٨}$ = ك× ٥ × $١٠^{٣}$

ك = $\frac{5\times10^{8}}{5\times10^{3}}$ = $١٠^{٥}$كجم.

السؤال الثالث:

إذا كانت سرعة الإفلات لصاروخ من الجاذبية الأرضية هي ١١.٢كم/ث وكانت عجلة الجاذبية الأرضية ٩.٨ م/$ث^{٢}$. فما مقدار نصف قطر الأرض.

إجابة السؤال الثالث:

ع = ١١.٢كم/ث = ١١.٢ × $١٠^{٣}$ م/ث د = ٩.٨ م/$ث^{٢}$ نق = ؟

∵ ع = ٢ د نق

١١.٢ × $١٠^{٣}$ = ٢ × ٩.٨×نق

بتربيع الطرفين ⇐ ١٢٥.٤٤ × $١٠^{٦}$ = ١٩.٦ نق

∴نق = $\frac{125{,}44\times10^{6}}{19{,}6}$ = ٦.٤ × $١٠^{٦}$ م

السؤال الرابع:

يتحرك جزيء غاز بسرعة ١٥٠م/ث نحو جزيء غاز آخر ساكن "فرضاً" ومساو له في ألكتله ، وبعد التصادم تحرك الجزيء الأول في اتجاه يصنع زاوية مقدارها ٣٠° مع خط حركته الابتدائية ومتعامداً مع اتجاه حركة الجزيء الثاني . أحسب :-

أ) سرعته وإتجاهه بعد التصادم .

ب) الطاقة الحركية المفقودة نتيجة التصادم .

إجابة السؤال الرابع:

أ) ك$_{١}$ = ك$_{٢}$ ، ع$_{١}$=١٥٠ ، ع$_{٢}$ = صفر

هـ$_{١}$= ٣٠° هـ$_{٢}$= ٩٠ ــ ٣٠ = ٦٠°

ع$_{١}$ = ؟ ع$_{٢}$ = ؟

الحركة في الاتجاه الأفقي:

∵ ع$_{١}$ + ع$_{٢}$ = ع$_{١}$ جتا هـ$_{١}$ + ع$_{٢}$ جتا هـ$_{٢}$

∴ ١٥٠ + صفر = ع$_{١}$ × $\frac{\sqrt{3}}{2}$ + ع$_{٢}$ × $\frac{1}{2}$

$$\frac{ع_{ص_1} + 3 ع_{ص_2}}{2} = ١٥٠$$

$$ع_{ص_1} + 3 ع_{ص_2} = ٣٠٠ \quad \Leftarrow (١)$$

الحركة في الاتجاه الرأسي:

$$\because ع_{ص_1} جا هـ_1 = ع_{ص_2} جا هـ_2$$

$$\therefore ع_{ص_1} \times \frac{1}{2} = ع_{ص_2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\therefore ع_{ص_1} = ع_{ص_2} \sqrt{3} \quad \Leftarrow (٢)$$

بالتعويض من ٢ في ١

$$\therefore ٣٠٠ = ع_{ص_2} \sqrt{3} \times 3 + ع_{ص_2} \sqrt{3}$$

$$٣٠٠ = ٤ ع_{ص_2} \Leftarrow ع_{ص_2} = \frac{300}{4} = ٧٥ م/ث$$

بالتعويض في ٢ عن قيمة $ع_{ص_2}$

$$\therefore ع_{ص_2} = ٧٥ \sqrt{3} م/ث$$

ب) # طاح = طاح بعد التصادم ـــ طاح قبل التصادم

$$\# طاح = \frac{1}{2} ك ع_{ص}^{2} - \left[\left(\frac{1}{2} ك_1 ع_1^2\right) + \left(\frac{1}{2} ك_2 ع_2^2\right) \right]$$

$$= \frac{1}{2} \times ٩ \times (١٠)^{٢} - \left[\left(\frac{1}{2} \times ٣ \times (١٨)^{٢}\right) + \left(\frac{1}{2} \times ٦ \times (١٢)^{٢}\right) \right]$$

$$= ٤٥٠ - (٤٨٦ + ٤٣٢)$$

$$= ٤٥٠ - ٩١٨ = -٤٦٨ جول$$

السؤال الخامس:

عربة كتلتها ٥ طن تتحرك بسرعة ٣٦ كم/ساعة في اتجاه الشرق تصادمت مع عربه أخرى كتلتها ٤ طن تتحرك بسرعة ٧٢كم/ساعة في اتجاه الشمال ، إذا التصقت العربتان وتحركتا معا كحطام بعد التصادم فأحسب ما يلي :-

أ) السرعة التي يتحرك بها الحطام بعد التصادم مباشرة .

ب) الزاوية التي تصنعها مع اتجاه الشرق .

ج) الطاقة الحركية المفقودة أثناء التصادم .

إجابة السؤال الخامس:

$ك_1 = ٥ طن = ٥ \times ١٠٠٠ = ٥٠٠٠ كجم$ $ع_1 = ٣٦ كم/س$

$$= \frac{5}{18} \times ٣٦ = ١٠ م/ث$$

$ك_2 = ٤ طن = ٤ \times ١٠٠٠ = ٤٠٠٠ كجم$ $ع_2 = ٧٢ كم/س$

$$= \frac{5}{18} \times ٧٢ = ٢٠ م/ث$$

أ) الحركة في الاتجاه الأفقي:

$$\because ك_1 ع_1 + ك_2 ع_2 = (ك_1 + ك_2) ع_{ص_س}$$

$$\therefore ٥٠٠٠ \times ١٠ + صفر = ٩٠٠٠ ع_{ص_س}$$

$$ع_{ص_س} = \frac{50000}{9000} = ٥.٦ م/ث$$

الحركة في الاتجاه الرأسي:

∵ ك$_1$ ع$_1$ + ك$_2$ع$_2$ =(ك$_1$ + ك$_2$) ع$_{ص}^{\frown}$

∴ صفر + ٤٠٠٠ × ٢٠ = ٩٠٠٠ ع$_{ص}^{\frown}$

ع$_{ص}^{\frown}$ = $\frac{80000}{9000}$ = ٨.٩ م/ث

∵ ع$_{ص}^{\frown}$ = $\sqrt{ع_{س}^{2} + ع_{ص}^{2}}$

ع$_{ص}^{\frown}$ = $\sqrt{(٥.٦)^{٢} + (٨.٩)^{٢}}$ = ١٠.٥ م/ث

ب) ∵ ع$_{س}^{\frown}$ = ع$_{ص}^{\frown}$ جتاهـ

∴ ٥.٦ = ١٠.٥ × جتاهـ

∴ جتاهـ = $\frac{٥.٦}{١٠.٥}$ = ٠.٥٣ Z ∴ هـ = ٥٨°

ج) جـ طاح = طاح بعد – طاح قبل

= $\frac{1}{2}$ × ٩٠٠٠ × (١٠.٥)^{٢} - [$\frac{1}{2}$ × ٥٠٠٠ × (١٠)^{٢} + $\frac{1}{2}$ × ٤٠٠٠ × (٢٠)^{٢}]

= ٤٩٦.١٢٥ – ١٠٥٠٠٠٠

= -١.٠٤٩.٥٠٣.٨٧٥ جول

الإشارة السالبة تعني أن هناك فقد في الطاقة الحركية .

السؤال السادس :-

أحسب الارتفاع فوق سطح الأرض لقمر صناعي يتحرك في مسار دائري بسرعة مدارية مقدارها ٤ كم/ث.

إجابة السؤال السادس:-

ع = ٤كم/ث = ٤ × ١٠^{٣} م/ث نق$_{ر}$ = ٦٤٠٠كم = ٦٤ × ١٠^{٥} م

ل = ؟؟

∵ ع = $\sqrt{\frac{ج\ ك_1\ نق}{نق_{مدار}}}$

∴ ٤ × ١٠^{٣} = $\sqrt{\frac{٦.٦٧ \times 10^{-11} \times ٦ \times 10^{24}}{نق_{مدار}}}$

∴ ١٦ × ١٠^{٦} = $\frac{٤٠.٠٢ \times 10^{13}}{نق_{مدار}}$

نق$_{مدار}$ = $\frac{٤٠.٠٢ \times ١٠^{١٣}}{١٦ \times ١٠^{٦}}$ = ٢.٥ × ١٠^{٧} م

∵ نق$_{مدار}$ = ل + نق ر

∴ ٢.٥ × ١٠^{٧} = ل + ٦٤ × ١٠^{٥}

٢٥٠ × ١٠^{٥} = ل + ٦٤ × ١٠^{٥}

ل = ٢٥٠ × ١٠^{٥} – ٦٤ × ١٠^{٥}

∴ ل = ١٨٦ × ١٠^{٥}م = ١٨٦٠٠ كم

السؤال السابع :-

أطلع مدفع قذيفه بسرعة إبتدائية مقدارها ٢٠٠ √٢ م/ث بإتجاه يصنع زاوية مقدارها ٤٥° مع الاتجاه الأفقي بإهمال مقاومة الهواء واعتبار عجلة الجاذبية الأرضية ١٠ م/ث٢ أوجد:

أ) ذروة القذف ب) المدى الأفقي

ج) سرعة القذيفة الكلية بعد مرور ٣٥ ثانية من لحظة القذف .

د) إرتفاع القذيفة بعد مرور ٣٥ ثانية من لحظة القذف .

إجابة السؤال السابع:-

$ع_0 = ٢٠٠\sqrt{٢}$ $\quad$ $هـ = ٤٥°$

أ) ∵ $ع_{ص}^2 = (ع\ جا هـ)^2 - ٢\ د\ ف_{ص}$

صفر $= (٢٠٠\sqrt{٢} \times \frac{1}{\sqrt{2}})^2 - ٢ \times ١٠ \times ف_{ص}$

$٢٠\ ف_{ص} = ٤٠٠٠٠$

$ف_{ص} = \frac{٤٠٠٠٠}{٢٠} = ٢٠٠٠$ م

ب) $ز_{هف} = \frac{ع\ جا\ هـ}{٥}$

$ز_{هف} = \frac{٢٠٠\sqrt{٢} \times \frac{1}{\sqrt{2}}}{٥} = ٤٠$ ث

∵ $ف_س = ع - جتا\ هـ\ ز$

∴ $ف_س = ٢٠٠\sqrt{٢} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times ٤٠$

$ف_س = ٨٠٠٠$ م

ج) $ع_س = ع_0 جتا هـ \Leftarrow ع_س = ٢٠٠\sqrt{٢} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = ٢٠٠$ م/ث

$ع_ص = ع_0 جا هـ - د\ ز \Leftarrow ع_ص = ٢٠٠\sqrt{٢} \times \frac{1}{\sqrt{2}} - ١٠ \times ٣٥ = -١٥٠$ م/ث

$ع = \sqrt{ع_س^2 + ع_ص^2} \Leftarrow ع = \sqrt{(٢٠٠)^2 + (-١٥٠)^2}$

$ع = ٢٥٠$ م/ث

د) $ف_ص = ع_0 جا هـ\ ز - \frac{1}{2} د\ ز^2$

$ف_ص = ٢٠٠\sqrt{٢} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times ٣٥ - \frac{1}{2} \times ١٠ \times (٣٥)^2 = ٨٧٥$ م

السؤال الثامن :-

مقذوف ذروة قذفه ٤٠ متر ومداه الأفقي ١٦٠ √٣ متر أحسب :-

أ) الزاوية التي قذف بها .

ب) سرعته الإبتدائية .

إجابة السؤال الثامن:-

$ف_ص = ٤٠$ $\quad$ $ف_س = ١٦٠\sqrt{٣}$

أ) ∵ $ع_{ص}^2 = (ع_0\ جا هـ)^2 - ٢\ د\ ف_ص$

∴ صفر $= (ع_0\ جا هـ)^2 - ٢ \times ١٠ \times ٤٠$

$٨٠٠ = (ع_0\ جا هـ)^2$ $\quad \Leftarrow (١)$

∵ $ف_{س} = ع_{0}$ جتاهـ $ز_{هدف}$

، ∵ $ز_{هدف} = \frac{ع_{0} \text{ جاهـ}}{٥}$

∴ $ف_{س} = \frac{ع_{0} \text{ جتاهـ} \times ع_{0} \text{ جاهـ}}{٥}$

$١٦٠ \sqrt{٣} = \frac{ع_{0}^{2} \text{ جاهـ جتاهـ}}{٥}$

$٨٠٠ \sqrt{٣} = ع_{0}^{2}$ جاهـ جتاهـ ⟸ ٢)

بقسمة ١) على ٢)

∴ $ظاهـ = \frac{\text{جاهـ}}{\text{جتاهـ}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

∴ هـ = ٣٠°

ب) بالتعويض في ١) $٨٠٠ = (ع_{0} \times \frac{1}{2})^{٢}$

$ع_{0}^{2} = ٨٠٠ \times ٤ = ٣٢٠٠$

$ع_{0}^{2} = \sqrt{٣٢٠٠} = ٥٦.٦$ م/ث