

# الفصل الخامس

## تدريس علوم الطيران

### المحتوى:

- الأحداث المتناقضة المستخدمة في تدريس علوم الطيران.
- قوى الطيران.
- مقاومة الهواء للطائرة.
- كيفية التحكم في حركة الطائرة.
- أسطح التحكم في الطائرة.
- الطيران الأسرع من الصوت.

## الأهداف السلوكية:-

- يرجى بعد الانتهاء من هذا الفصل أن تصبح قادراً على أن:-
- تذكر أثر ضغط الهواء الساكن المرتفع أسفل جناح الطائرة.
- تحدد أهمية الشكل المحدب للجزء العلوى من جناح الطائرة.
- تستنتج ضغط عمود الهواء المتحرك، وضغط عمود الهواء الساكن.
- تعرف مفهوم قوة شد الطائرة إلى الخلف Drag.
- تحدد الكيفية التى تتغلب بها الطائرة على قوة الشد للخلف.
- توضح العلاقة بين الشكل المحدب لجسم الطائرة وقوة الشد للخلف.
- تذكر أنماط التحكم المختلفة فى حركة الطائرة.
- تعرف مفهوم الموازن الجبني للطائرة Alienator.
- تحدد دور الموازن الجبني فى التحكم فى حركة الطائرة.
- تعرف مفهوم رفرر الطائرة Flap.
- تحدد دور الرفرف فى التحكم فى حركة الطائرة.
- تشرح مفهوم الدفة الرأسية للطائرة Rudder.
- تحدد دور الدفة الرأسية فى التحكم فى حركة الطائرة.
- تذكر مفهوم الدفة الأفقية للطائرة Alienator.
- تحدد دور الدفة الأفقية فى التحكم فى حركة الطائرة.
- توضح مفهوم المجذاف الفوقى للطائرة Upsweep wing.
- تفسر مفهوم «طيران أسرع من الصوت Supersonic Flight».
- ترسم رسماً تخطيطياً لتوضيح مفهوم دوى الصوت Boom.
- تشرح مفهوم إختراق حاجز الصوت.
- تحدد شكل الطائرات الأسرع من الصوت.

# الاحداث المتناقضة المستخدمة في تدريس علوم الطيران : -

جدول ( ٤ ) : الاحداث المتناقضة المستخدمة في تدريس علوم الطيران.

الموضوع	الاحداث المتناقضة المستخدمة في تدريسها	أوجه التعلم المطلوبة
قوة صعود الطائرة Lifting.	- ماذا يحدث عندما تنفخ فوق قطعة من الورق؟ - هل نستطيع ان نجعل قنطرة من الورق تنهار؟ - كرة البينج بونج العائمة. - القمع السحري. - بخاخة الماء.	- الضغط الداخلى لعمود الهواء الذى يتحرك بسرعة منخفض. - الهواء الذى يمر فوق الجزء العلوى المحذب من جناح الطائرة يتحرك أسرع من الهواء الساكن أسفل جناح الطائرة. - يندفع الطائرة إلى أعلى بسبب الضغط المرتفع لعمود الهواء الساكن الموجود أسفل جناحها.
قوة شد الطائرة الى الخلف Drag.	- ماذا يحدث عندما تنفخ تجاه لهب شمعة عبر جسم حاد (ورق كرتون)؟ - ماذا يحدث عندما تنفخ تجاه لهب شمعة عبر جسم انسيابى مثل جسم الزجاج؟	- تعمل تيارات الهواء التى تعترض الطائرة على شدها إلى للخلف. - تزداد عملية شد الطائرة للخلف كلما زادت سرعة الطائرة. - يعمل الشكل الانسيابى المحذب للطائرة على تقليل قوة شدها إلى الخلف عن طريق: - * مقاومة الهواء أثناء الطيران. * تشتيت الهواء خلف الطائرة.

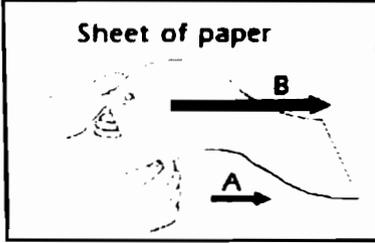
أوجه التعلم المطلوبة	الأحداث المتناقضة المستخدمة في تدريسها	الموضوع
<p><b>أنماط الحركة في الطائرة:-</b></p> <p>أ - إلى الأمام وإلى الخلف.</p> <p>ب - الحركة لليسار، والحركة لليمين.</p> <p>ج - الحركة إلى أسفل وأعلى.</p> <p>د - الحركة في اتجاه عقارب الساعة وعكسها.</p> <p><b>أسطح التحكم ودورها:-</b></p> <p>أ - <b>الدفة الأفقية Elevator</b> توجد في الحافة الخلفية من الجزء الأفقى من ذيل الطائرة وتتحكم في الحركة إلى أعلى وإلى أسفل.</p> <p>ب - <b>الدفة الرأسية Rudder</b> توجد في الحافة الخلفية من الجزء الرأسى من ذيل الطائرة وتتحكم في حركة الطائرة إلى اليمين وإلى اليسار.</p> <p>ج - <b>الموازن الجنبى aileron</b> يقع في الحافة الخلفية الخارجية لكل جناح، ويتحكم في دوران الطائرة فى اتجاه عقارب الساعة، وعكس عقارب الساعة.</p> <p>د - <b>الرفارق Flaps</b>. توجد في الحافة الخلفية الداخلية لكل جناح وتستخدم فى: - زيادة الصعود التدريجى للطائرة. - عملية هبوط الطائرة.</p>	<p>- مادور أسطح التحكم المختلفة فى الطائيرة؟ (تجريب استخدام نماذج لطائرات ورقية)</p> <p>- مشاهدة أسطح التحكم على نماذج الطائرة وملاحظة كيفية عمل كل جزء.</p>	<p>- التحكم فى حركة الطائرة.</p> <p>* أنماط الحركة.</p> <p>* أسطح التحكم.</p> <p>* دور أسطح التحكم.</p>
<p>- يشير مفهوم المجداف الفوقى إلى أجنحة الطائرة الأمامية التى تصنع زاوية مع جسم الطائرة، ولاتوازى سطح الأرض.</p> <p>- تقوم المجداف الفوقى بدور هام فى حفظ إستقرار وتوازن الطائرة أثناء طيرانها فى الهواء.</p>	<p>توضيح المجداف الفوقى على نموذج طائرة ورقية.</p>	<p>المجداف الفوقى للطائرة Upseep.</p>

أوجه التعلم المطلوبة	الأحداث المتناقضة المستخدمة في تدريسها	للموضوع
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تسير العديد من الطائرات في سرعة تعادل سرعة الصوت أو فوق سرعة الصوت.</li> <li>- تقلل الطائرة من عملية صعودها إلى أعلى عندما تصل سرعتها إلى سرعة الصوت لكي يقل الضغط الواقع عليها.</li> <li>- يصنع جناح الطائرات الأسرع من الصوت مسطوحاً غير محدب نظراً لأن الهواء شديد السرعة يكوم على نفسه في حالة الجناح المحدب قبل أن يصل إلى قمته مما يدفع الطائرة إلى أسفل.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- موقف بعنوان سرعة الصوت.</li> <li>- موقف به خطأ علمي.</li> <li>- موقف لتحديد العلاقة بين سرعة الطائرة وسرعة الصوت.</li> </ul>	<p>طيران أسرع من الصوت Supersonic Flight.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- يضغط الهواء على كل الحواف الرئيسية للطائرة عندما تزداد سرعة الطائرة ثم يقوى هذا الهواء ويصل إلى الأرض ويسمى بدوى الصوت ويسير خلف الطائرة مثل الموجة التي تسير خلف المركب.</li> <li>- تزداد حدة دوى صوت الطائرة كلما زادت سرعتها.</li> <li>- لا يسمع دوى صوت الطائرة في الأرض كلما زاد ارتفاع الطائرة.</li> <li>- يسمع دوى صوت الطائرة طوال رحلتها لأن موجة الضغط المسببة له تسير خلف الطائرة.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- هل تسمع دوى صوت الطائرة في الأرض عندما تطير الطائرات في ارتفاعات منخفضة؟</li> </ul>	<p>دوى الصوت Boom</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- كانت عملية وصول سرعة الطائرة إلى سرعة الصوت تمثل عقبة وحاجزاً ولكن عندما تم اختراع المعدة النفاثة تم تحطيم حاجز الصوت. وهذا هو ما يسمى باختراق حاجز الصوت.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- هل نسمع دوى صوت الطائرة فقط عندما تحطم حاجز الصوت ثم تطير بصمت بعد ذلك؟</li> </ul>	<p>إختراق حاجز الصوت</p>

## قوى الطيران Forces of Flight

### الحدث المتناقض ( ١ ): قوى الرفع Liftng Forces

يستطيع أى فرد أن يجعل قطعة من الورق ان تصعد إلى أعلى فى الهواء عن طريق النفخ أسفل هذه الورقة. ولكن: -



شكل (٨):

قوة رفع الورقة إلى أعلى

هل يمكنك أن تجعل قطعة من الورق أن تصعد إلى أعلى عند طريق النفخ فوقها.

- امسك قطعة من الورق كما بالشكل (٨)... فإذا نفخت فى الموضع (A) أسفل الورقة فانها سوف تصعد إلى أعلى كما هو معلوم...

- انفخ فى الموضع (B) أعلى الورقة بقوة بحيث يمس عمود الهواء الورقة فقط فى أعلى نقطة من قمة الورقة... ماذا تلاحظ؟

عمليات الفحص:-

١ - لاحظ أن الورقة ترتفع إلى أعلى كما هو متوقع عن طريق النفخ أسفل الورقة فى النقطة (A).

٢ - نكتشف أن الورقة تصعد إلى أعلى ايضاً عن طريق النفخ فوق الورقة بحيث يمس عمود الهواء المتحرك أعلى نقطة فى قمة الورقة فى الموضع (B).

٣ - تستنتج أن عمود الهواء المتحرك يجذب الورقة إلى أعلى.

٤ - قارن بين عمليات صعود الورقة بعمليات صعود الطائرة.

### الحدث المتناقض ( ٢ ): النفخ بين الأوراق

امسك قطعتين من الورق كما بالشكل التالى.

ثم انفخ بين الورقتين بشدة... ماذا يحدث؟

هل تتطير قطعتي الورق فى الهواء.. بحيث تذهب كل قطعة بعيداً عن القطعة

الأخرى؟

شكل (٩): النفخ بين قطعتين  
من الورق



Air pressure  
pushes papers  
together

Blow between sheets

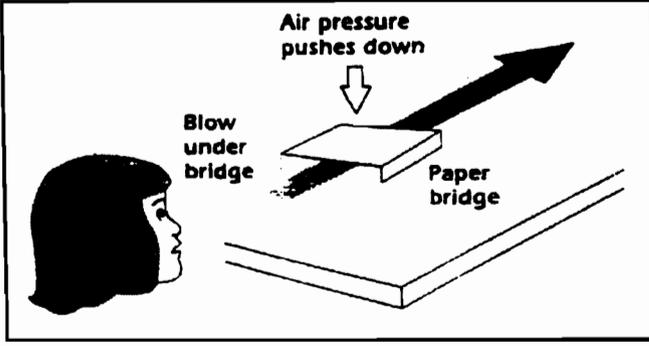
### عمليات الفحص:-

- ١ - اكتشاف ان قطعتى الورق تمتدا إلى الأمام مع تيار الهواء الصادر من الفم بدلاً من تباعدهما عن بعضها البعض.
- ٢ - صياغة نظرية عن الهواء المتحرك، وضغط الهواء.
- ٣ - المقارنة بين القوى المؤثرة على قطعتى الورق فى ذلك الحدث بالقوى المؤثرة على صعود الورقة.

### الحدث المتناقض (٣):- إنهيار قنطرة الورق

#### Callapse The Bridge.

- اصنع كوبرى من الورق كما بالشكل التالى.
  - انفخ بشدة أسفل كوبرى الورق باستخدام عصا بلاستيك مجوفة بحيث لا يتسبب الهواء المتفرق فى تطاير كوبرى الورق.
  - تأكد من عدم النفخ فوق كوبرى الورق حتى لا يتطاير.
- لاحظ ماذا يحدث؟



شكل (١٠).. اصنع  
قنطرة من الورق  
وانفخ أسفلها  
- ماذا تلاحظ؟

### عمليات الفحص

- ١ - اكتشاف إنهيار قنطرة الورق إلى أسفل تجاه تيار الهواء المتحرك.
- ٢ - توصل إلى تعميم مؤداه: - أن الهواء الساكن الذي يقع فوق كوبرى الورق له ضغط أكبر من الهواء المتحرك الذي يقع أسفل كوبرى الورق.
- ٣ - المقارنة بين القوى المؤثرة على كوبرى الورق. والقوى المؤثرة على جناح الطائرة وصعود الطائرة.

### الحدث المتناقض (٤): تطاير كرات البينج بونج.

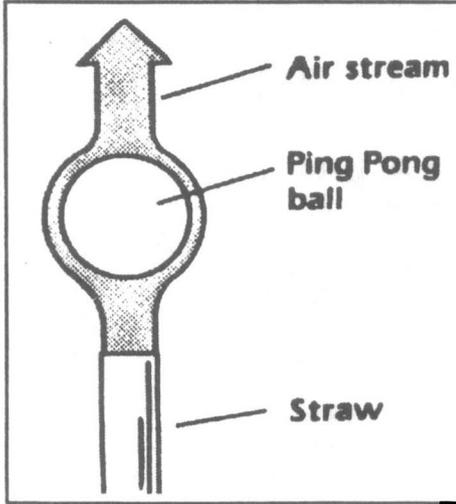
- هل تستطيع أن تجعل كرتين من البينج بونج أن تتطايرا بعيداً عن بعضهما البعض؟
- علق كرتين بينج بونج فى مرتكز بحيث تكون المسافة بينهما تتراوح من (١) - (٢سم).
  - استخدم عصا مجوفة من البلاستيك فى النفخ بشدة كرتى البينج بونج.

### عمليات الفحص:-

- ١ - إكتشاف ان كرتى البينج بونج تندفعها نحو تيار الهواء المتحرك بسرعة والمار بينهما.
- ٢ - صياغة نظرية عن القوى غير المرئية التى يبدو أنها تندفع نحو عمود الهواء المتحرك بشدة.
- ٣ - التحقق من تلك النتيجة باستخدام أشياء أخرى.

## الحدث المتناقض ( ٥ ): كرة البينج بونج العائمة

### The "Floating" Ping - Pong Ball



- أمسك عصا مجوفة من البلاستيك كما بالشكل.

- انفخ في الفتحة السفلى للعصا بحيث يتحرك الهواء من أسفل إلى أعلى.

- ضع بعناية كرة بينج بونج في مسار الهواء المتحرك بشدة كما بالشكل.

#### عمليات الفحص :-

١ - إكتشاف تأرجح كرة البينج بونج في الهواء المتحرك.

٢ - صياغة نظرية تأخذ في الإعتبار هذا مجوفة قصيرة.. ولاحظ ماذا يحدث لكرة بينج بونج في مسار الهواء المتحرك. التأثير الغريب.

٣ - التوصل إلى تعميم مؤداه: ان الضغط

الذى يقع خارج عمود الهواء المتحرك أكبر من الضغط الذى يقع داخله

## الحدث المتناقض ( ٦ ): القمع السحري Funnel Magic

- ضع كرة بينج بونج داخل قمع من البلاستيك.

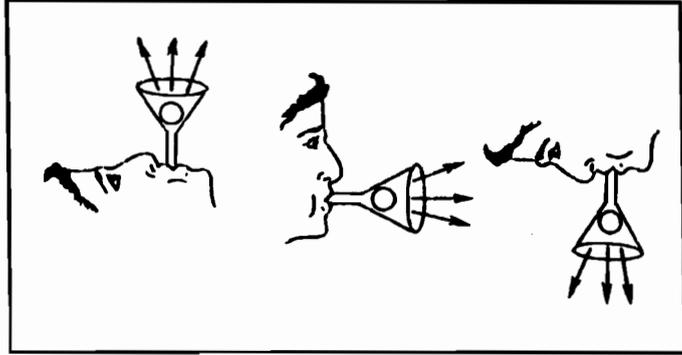
- انفخ بشده فى القمع عندما يكون فى وضع أفقى ومقلوب ورأسى.

- فى الحالة التى يكون فيها القمع فى وضع أفقى أو مقلوب امسك الكرة بيدك ريشما تبدأ فى عملية نفخ الهواء.

-والآن:-

\* ما مقدار الارتفاع الذى تصل إليه كرة البينج بونج فى الهواء عندما يكون القمع فى الوضع الرأسى؟

- \* ما مقدار المسافة التي يحمل فيها الهواء المتحرك كرة البينج بونج عندما يكون القمع فى الوضع الافقى؟
- \* إلى أى درجة تصل كرة البينج بونج فى الهواء المتحرك عندما يكون القمع فى وضع مقلوب؟

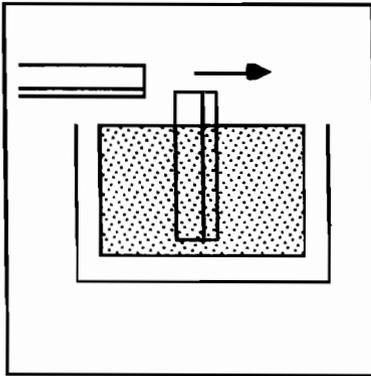


شكل (١٢):- هل  
تستطيع ان تدفع  
كرة البينج بونج  
خارج القمع؟

### عمليات الفحص:-

- ١ - تكشف أنه إذا نفخت بشدة فإن الكرة لاتخرج من القمع فى الحالات الثلاث.
- ٢ - صياغة نظرية عن القوة غير المرئية تجعل الكرة تبقى داخل القمع فى كل حالة من الحالات الثلاث؟.
- ٣ - تستتج أن القوة غير المرئية تعمل بشكل أفضل عندما ينساب الهواء بشدة.

### الحدث المتناقص (٧):- البخاخة Atomzir.



هل تستطيع أن تثر الماء فى الهواء؟

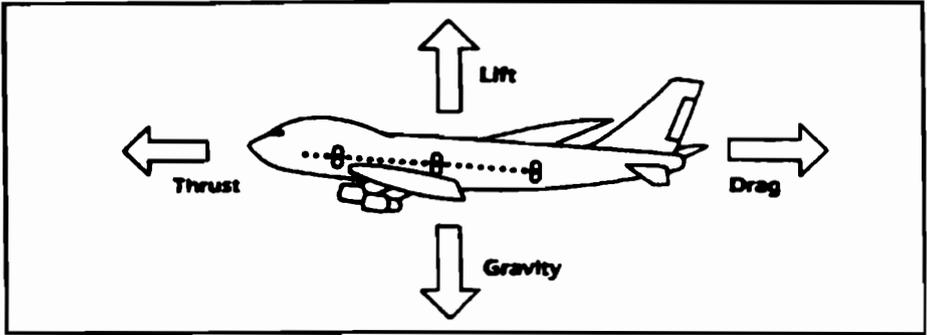
- جهاز ترتيباً مماثلاً للترتيب المبين فى الشكل.
  - انفخ بشدة فى الأنبوبة الأفقية التى تضع زاوية قائمة مع انبوبة رأسية فى الماء. ماذا تلاحظ؟
- عمليات الفحص:-

- ١ - تلاحظ أن الماء يرتفع فى الأنبوبة الرأسية ويبدأ فى الصعود فى عمود الهواء.

- ٢ - تستتج أن هناك قوة غير مرئية تدفع الماء إلى الهواء المتحرك.
- ٣ - تصل إلى تعميم مؤداه: أن عمود الهواء شديد السرعة له ضغط داخلي منخفض.

تفسير النتائج فى ضوء سياق التعلم: -

هناك أربع قوى أساسية تؤثر فى الطائرة أثناء طيرانها هى قوة الصعود Lift وتدفع الطائرة إلى أعلى، وقوة الجاذبية Gravity تعمل على جذب للطائرة إلى أسفل، وقوة الدفع للأمام Thrust. وقوة الشد للخلف Drag.

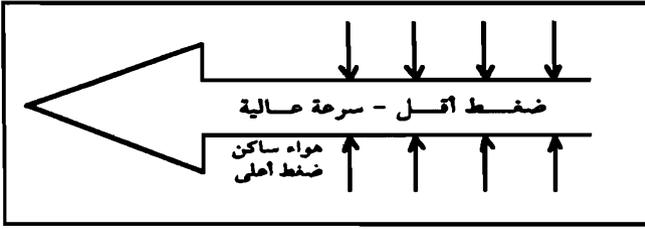


شكل (١٣):- القوى الأربع المؤثرة على الطائرة

ولتوضح تأثير قوة الصعود على الطائرة عرض سابقاً مجموعة من الأحداث المتناقضة الجيدة... هذا ويعتمد الكثير أن عملية صعود الطائرة إلى أعلى ترجع إلى تأثير الطيران Kite effect ولكن تيار الهواء شديد السرعة الذى يصطدم بالسطح العلوى لجناح الطائرة هو العامل الاساسى لعملية صعود الطائرة..

عند تنفيذ الحدث المتناقض (١) وعند النفخ أسفل قطعة من الورق فإن المتوقع هو صعودها إلى أعلى.. إلا انه من المفاجئ أن نجد أن قطعة الورق تصعد إلى أعلى عندما يمر عمود من الهواء شديد السرعة أعلى نقطة من السطح المحدب العلوى للورقة. والمبدأ الاساسى الذى يفسر هذه الظاهرة فى علوم الطيران هو أن الهواء الساكن يبذل ضغطاً أكبر من ضغط عمود الهواء المتحرك. أى ان عمود الهواء عندما يتحرك بسرعة شديده فإن ضغطه الداخلى ينخفض الأمر الذى يتسبب فى رفع ضغط الهواء الساكن المحيط بعمود الهواء المتحرك.

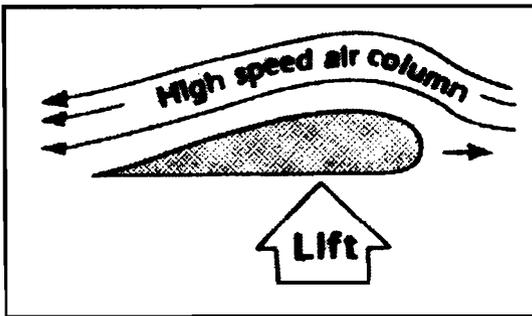
والجدير بالإشارة أن كل الاحداث المتناقضة التي عرض لها في هذا الموضوع تعمل في ضوء هذا المبدأ.



أى أن اقتراب قطعتي الورق إلى الداخل نحو عمود الهواء المتحرك وانحياز كوبرى الورق سببه الضغط الداخلى المنخفض لعمود الهواء شديد السرعة، والضغط المرتفع للهواء الساكن المحيط... والسؤال الآن: -

ما علاقة هذا بعمل وطيران الطائرة؟

السطح العلوى لجناح الطائرة مقوس ومحدب أما سطح الجناح السفلى فسطح لذا فإن عمود الهواء المتحرك شديد السرعة عندما يمس السطح العلوى المحدب لجناح الطائرة فى أعلى نقطة تزداد سرعته وينخفض ضغطه الداخلى الأمر الذى يؤدى إلى ارتفاع ضغط الهواء الساكن أسفل جناح الطائرة ومن ثم الضغط على الجناح إلى أعلى وصعودها.



شكل (١٤) الجزء العلوى من الجناح مقوس الأمر الذى

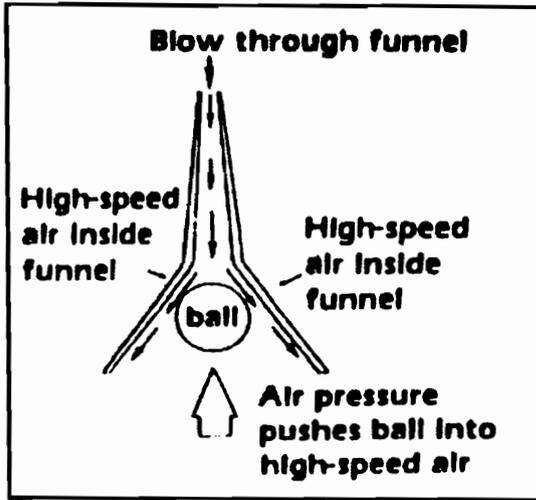
يجعل الهواء الذى يمر فوقه يسير بسرعة شديدة من الهواء الذى يسير أسفل الجناح

أى أنه كلما كان السفر أبعد وازدادت سرعة الطائرة ازدادت سرعة عمود الهواء المتحرك فوق الجزء العلوى المحدب من الجناح وانخفض الضغط الداخلى له فى الوقت الذى يرتفع الضغط الداخلى للهواء الساكن أسفل الجناح الأمر الذى يدفع الطائرة أكثر إلى أعلى.

وبالرجوع إلى الأنشطة التى عرضت فى هذا الموضوع نجد أن كرتى البينج بونج المعلقتان فى مركز تندفعان تجاه عمود الهواء المتحرك بسرعة بينهما بسبب انخفاض ضغطه الداخلى عن ضغط الهواء الساكن المحيط بهما من الخارج. ويشبه هذا الحدث الحدث المتناقض (٢) الذى تندفع فيه قطعتى الورق إلى الداخل تجاه عمود الهواء المتحرك. ويمكن الحصول على نفس النتائج إذا استخدمت بدلاً من كرتى البينج نوع تفاحتين أو كتابين أو زجاجتين.

ولقد عرض داخل هذا القسم للحدث الخاص «بكرة البينج بونج العائمة» وهو نشاط أعقد وأصعب قليلاً من الأنشطة السابقة فالشئ الوحيد الدال على الفرق بين ضغط الهواء المتحرك وضغط الهواء الساكن هو تارجح كرة البينج بونج فوق عمود الهواء المتحرك بسرعة. والسبب هو الفرق بين الضغط المرتفع للهواء الساكن، والضغط المنخفض للهواء المتحرك وهذا الفرق يمثل القوة المرئية التى تسبب فى تارجح الكرة وعدم سقوطها وتجمعها تبدو كما لو كانت عائمة فى الهواء انظر الشكل (١١).... وهذا هو التفسير المباشر لعدم سقوط كرة البينج بونج إلى أسفل.

أما بقاء الكرة البينج بونج داخل قمع يمر داخله هواء شديد السرعة فى الحالات الثلاث السابع (الوضع الرأسى - الوضع المقلوب - الوضع الأفقى) فى نشاط القمع السحرى السابق... يفيد فى توضيح تأثير الهواء المتحرك.. حيث يمر الهواء بجوار ساق القمع الداخلى وبالتالي حول كرة البينج بونج وأثناء مروره حول كرة البينج بونج يصبح مقيداً الأمر الذى يزود سرعته ومن ثم انخفاض ضغطه الداخلى وارتفاع ضغط الهواء الساكن للحجرة وبالتالي دفع الضغط المرتفع للهواء الغرفة الساكن لكرة البينج بونج إلى داخل القمع... على عكس ما هو متوقع من سقوط كرة البينج بونج.

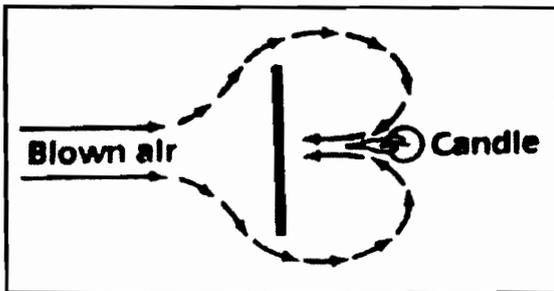


وفي تجربة الأتوميز Atomzير البخاخة يمكن تفسير عملية نثر الماء من الأنبوبة الرأسية إلى الهواء في ضوء الفرق بين الضغط المنخفض لعمود الهواء المتحرك في الأنبوبة الأفقية المتعامدة مع الأنبوبة الرأسية ويتركز هذا الضغط فوق الأنبوبة الرأسية التي يتحرك فيها الماء إلى أعلى تجاه تيار الهواء المتحرك بسبب الضغط المرتفع للهواء الساكن فيها وعندما يصل الماء إلى تيار الهواء المتحرك ينج و يثير على هيئة قطرات.

## مقاومة الهواء للطائرة

### Streamlining For Speed

الحدث المتناقض ( ١ ) : لهب شمعة يسير عكس اتجاه الهواء.



شكل (١٥) : ماذا يحدث للهب عندما تنفخ تجاه اللوح المسطح؟

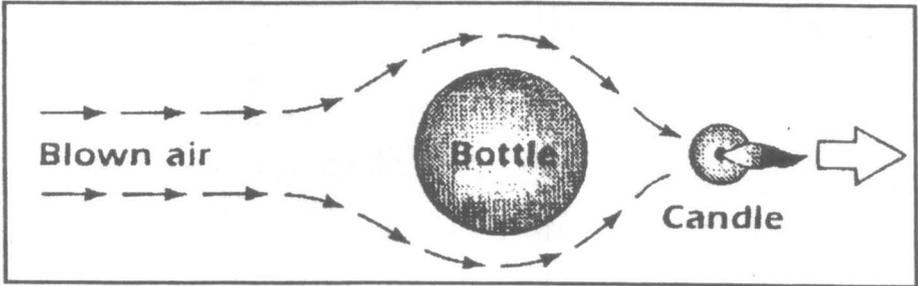
- ضع شمعة مشتعلة على بعد عدة بوصات من لوح زجاجى مسطح بحيث يكون اللوح الزجاجى فى مواجهة الشمعة كما بالشكل.
  - انفخ مباشرة وبشدة تجاه اللوح الزجاجى المسطح.
  - سجل ملاحظاتك عن لهب الشمعة.
- عمليات الفحص:-**

١ - نكتشف أن عملية النفخ تجاه اللوح المسطح تجعل اللهب يتحرك تجاه مصدر الهواء.

٢ - ارسم رسماً تخطيطياً يوضح مسار تيارات الهواء.

٣ - تتوصل إلى تعميم مؤداه:- تندفع بعض اشكال الضغط تجاه مصدر تيار الهواء عند يكون الحائل لوحاً زجاجياً مسطحاً.

**الحدث المتناقض ( ٢ ):- لهب شمعة يسير فى اتجاه الهواء.**



- ضع شمعة مشتعلة على بعد عدة سنتيمترات من زجاجة فارغة كما بالشكل.
  - انفخ تجاه لهب الشمعة عبر الزجاجة الفارغة بحيث يصطدم الهواء المتحرك بالزجاجة قبل وصوله للهب.
  - دون ملاحظاتك على لهب الشمعة.
- عمليات الفحص:-**

١ - تلاحظ أن النفخ على لهب الشمعة عبر جسم انسيابى يجعل لهب الشمعة يتحرك بعيداً عن مصدر الهواء المتحرك.

٢ - ارسم رسماً تخطيطياً يوضح مسار تيارات الهواء.

٣ - قارن بين حركة الهواء فى هذا الحدث مع حركة الهواء فى الحدث السابق.

سباق التعليم المقترح للتفسير:

نظراً لأن الطائرة تحتاج إلى السفر سرعات كبيرة لذا فإن الطائرة تحتاج إلى تزويدها بمكينات لها قوة كبيرة لتحقيق هذا الغرض - ومن الوسائل الأخرى التى يمكن الاعتماد عليها لتحقيق هذا الغرض هى العمل على اختزال قوة شد الطائرة للخلف Drag أو تلك القوة التى تحمل الطائرة على الرجوع للخلف.

وتمثل مشكلة قوة شد الطائرة للخلف مشكلة هامة فى السرعات العالية للطائرة، حيث تصبح أكثر خطورة من قوة الشد التى تتعرض لها الطائرة عندما تسافر فى سرعات منخفضة لذا فإن المهندسين يختبرون باستمرار وبشكل ثابت تصميمات وشكل وأسطح الطائرة التى تسمح باختزال قوة الشد للخلف Drag كلما أمكن ذلك.

وللتعرف على أهمية شكل أسطح الطائرة وتصميمها فى اختزال قوة الشد للخلف أدرس الأحداث المتناقضة (١، ٢).

## كيفية التحكم فى حركة الطائرات

### How Airplans Are Controlled

الموقف التعليمى ( ١): مسابقة لقيادة الطائرة

#### Airplane Flying Contest

- اصنع طائرة من الورق المقوى تطير عند دفعها فى الهواء.
- جرب تأثير حواف أجنحة الطائرة على سيرها فى الهواء هل تمتلك هذه الحواف تأثيراً على الطيران فى الهواء أم لا.
- تترك الفرصة أمام الطلاب لاختبار وتجريب هذه الأعمال.
- خطط لإدارة منافسة بين مجموعة من الطلاب عن الطيران ثم حدد:-

\* أى الطائرات تستطيع ان تمكث أطول فترة فى الهواء؟

\* أى الطائرات تمكث لمسافات أطول فى الهواء؟

\* أى الطائرات تطير فى ممرات دائرية ثم تعود لنفس نقطة البداية؟

عمليات الفحص:-

١ - تجريب استخدام أوزان مختلفة من قصاصات الورق تلتصق فى مقدمة الطائرة الورقية.

٢ - تجريب أثر أسطح التحكم المختلفة على الطيران.

٣ - مقارنة هذه الأشكال من التحكم مع أشكال التحكم التى تستخدم فى حالة الطائرة ذات الحجم الكامل.

سياق التعلم المقترح:-

هناك العديد من أنماط التحكم المطلوبه لكى تطير الطائرة فى الهواء. والجديد بالذكر أن أنماط التحكم فى الطائرة أكثر من أنماط التحكم فى السيارة.. فأنماط التحكم فى حركة السيارة هى:-

١ - الحركة إلى الأمام وإلى الخلف.

٢ - الحركة الى اليمين وإلى الشمال.

والدالة على أنه عندما تنفخ نجمة لهب شمعة عبر لوح زجاج مسطح ينعكس مسار الهواء للخلف الأمر الذى يحمل لهب الشمعة على تغير اتجاهه للخلف - وعندما تنفخ نجمة لهب شمعة عبر زجاجة انسيابية الشكل فإن الهواء لايفير اتجاهه ومن ثم يسير لهب الشمعة فى نفس مسار الهواء. الأمر الذى يشير إلى أهمية الجسم المستدير والانسيابى للزجاجة فى تقليل قوة شد الهواء إلى الخلف لذا فإنه تراعى أهمية التصميم الانسيابى غير الحاد لجسم الطائرة.

أى أنه يمكن استنتاج أن الشكل الانسيابى المحذب Blunt Shapes يعمل على تقليل قوة شد الطائرة للخلف عن طريق:-

أ - مقاومة الهواء أثناء حركة الطائرة.

ب - نشئت الهواء الذى يقع خلف الطائرة أثناء حركتها.

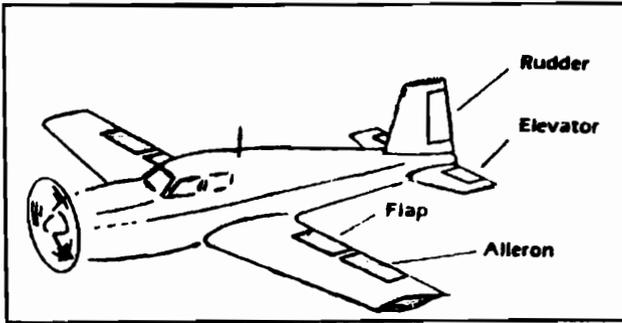
أما أنماط الحركة فى الطائرة فتتضمن بالإضافة الى أنماط الحركة فى السيارة باستثناء انها لا تتحرك إلى الخلف فتتضمن الانماط الآتية: -

١ - الحركة إلى أعلى وإلى أسفل.

٤ - الميل والانحدار فى إتجاه عقارب الساعة وعكس عقارب الساعة.

هذا ويمكن تجريب هذه الانماط الأربعة من الحركة باستخدام طائرة ورقية حيث يمكن تنفيذ الحركة إلى الأمام بواسطة اليد... اما أنماط الحركة الأخرى المتبقية فيمكن تنفيذها عن طريق اجراء تعديل فى أسطح التحكم والاجنحة.

أسطح التحكم فى الطائرة.



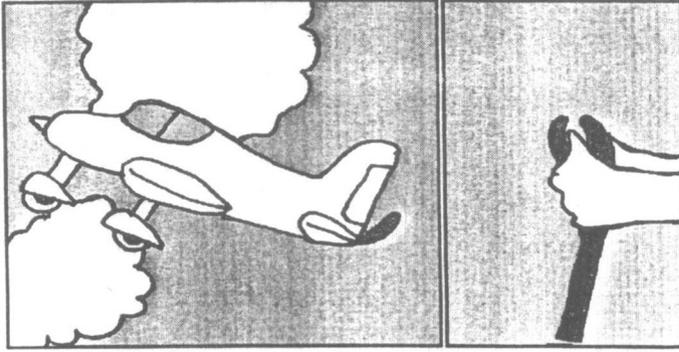
شكل (١٦): أسطح التحكم الأساسية فى الطائرة

١ - الدفة الأفقية: Elevator.

- اين تقع الدفة الأفقية فى الطائرة؟

بدراسة الرسم السابق يتضح أن الدفة الأفقية تقع فى الجزء الأفقى من ذيل الطائرة فى كلا الإتجاهين.

- مادور الدفة الأفقية فى عملية التحكم فى الطائرة؟



أدرس الرسم السابق وحدد ملاحظتك من خلال الإجابة على الآتي:-

- هل ترتفع الطائرة الموضحة بالشكل السابق إلى أعلى؟

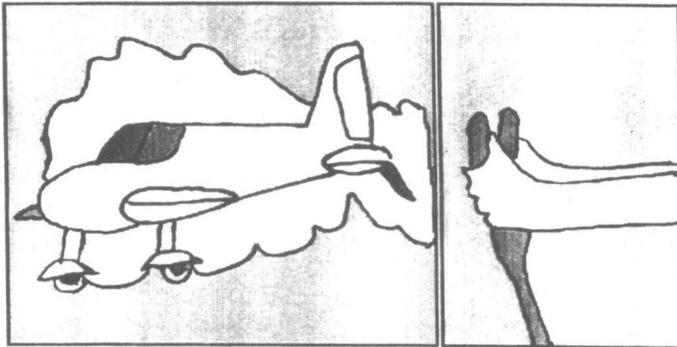
نعم ( )

لا ( )

- اذا كانت الإجابة بنعم وضع كيف تم استخدام الدفة الافقية لتحقيق هذا الغرض؟

الاستنتاج:-

عندما يتميل الدفة الافقية إلى أعلى وتصنع زاوية علوية يندفع ذيل الطائرة إلى أسفل وبالتالي ترتفع الطائرة الى أعلى



- هل تنخفض الطائرة الموضحة في الشكل السابق إلى أسفل؟

نعم ( )

لا ( )

- اذا كانت الإجابة بنعم وضح كيف تم استخدام الدفة الافقية لتحقيق هذا الغرض؟

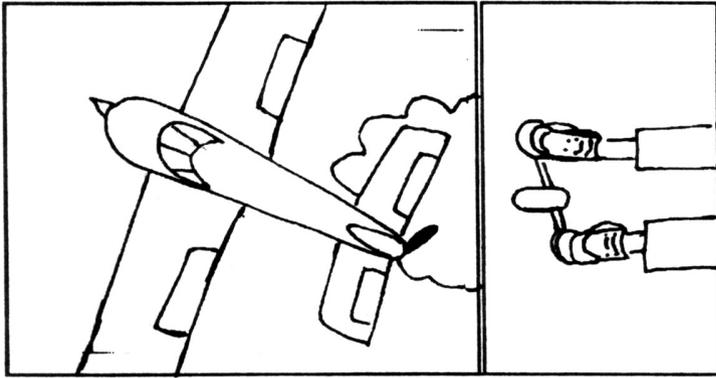
الأستنتاج:-

عندما تميل الدفة الافقية إلى أسفل يندفع الذيل إلى أعلى وتنخفض مقدمة الطائرة ومن ثم تنخفض الطائرة إلى أسفل.

٢ - الدفة الرأسية Rudder.

أين تقع الدفة الرأسية في الطائرة؟

من الرسم السابق يتضح ان الدفة الرأسية للطائرة تقع في الحافة الخلفية من الجزء الرأسي للذيل الطائرة مادور الدفة الرأسية في عملية التحكم في الطائرة؟



أدرس الرسم السابق ثم حدد ملاحظاتك من خلال الاجابة عن الأسئلة الآتية: -

- هل تتجه الطائرة في الشكل السابق ناحية اليسار؟

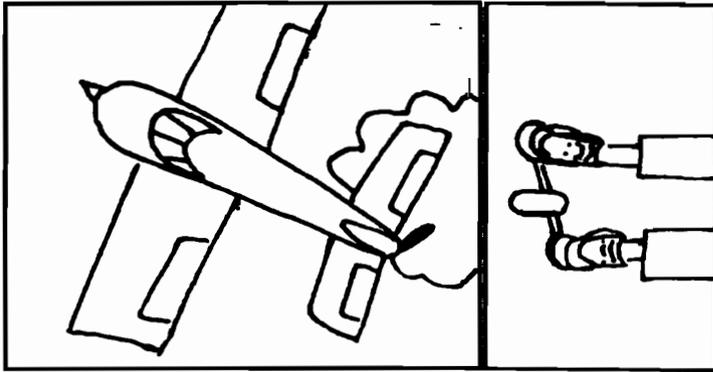
نعم ( )

لا ( )

- اذا كانت الإجابة بنعم وضح كيف تم استخدام الدفة الرأسية فى تحقيق هذا الغرض؟

الأستنتاج:-

عندما يتميل الدفة الرأسية Rudder نحو اليسار فإن الهواء يدفع ذيل الطائرة نحو اليمين ومن ثم تتجه مقدمة الطائرة نحو اليسار.



- هل تتجه الطائرة بالشكل السابق ناحية اليمين؟

نعم ( )

لا ( )

- اذا كانت الإجابة بنعم وضح كيف تم استخدام الدفة الرأسية فى هذا الغرض؟

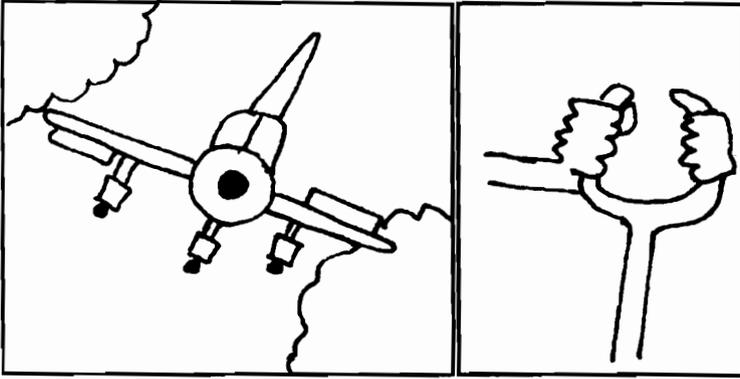
الأستنتاج:-

عندما يتميل الدفة الرأسية نحو اليمين فإن الهواء يدفع ذيل الطائرة نحو اليسار، ومن ثم تتجه مقدمة الطائرة نحو اليمين.

٣ - الموازن الجبني لاجنحة الطائرة Aileron .

يمثل الموازن الجبني لاجنحة الطائرة سطحاً هاماً من أسطح التحكم فى حركة الطائرة.. ويقع الموازن الجبني لاجنحة الطائرة فى الحافة الخلفية الخارجية لكل جناح

من أجنحة الطائرة ويستخدم في مساعدة الطائرة على الميل والانحدار والحركة الدائرية في إتجاه عقارب الساعة أو عكس إتجاه عقارب الساعة.



أدرس الرسم السابق وحدد ملاحظتك من خلال الإجابة عن الأسئلة التالية:-

- هل تسير الطائرة في الشكل السابق عكس إتجاه عقارب الساعة؟

نعم ( )

لا ( )

- إذا كانت الإجابة بنعم وضح كيف تم استخدام الدفة الرأسية في هذا الغرض؟

من هذا النشاط يمكن استنتاج:-

- لكي تلتف الطائرة في إتجاه عقارب الساعة فإن الموازن الجنبى الذى يقع فى هذا

الاتجاه يميل إلى أعلى والموازن الاخر فى الجناح الاخر للطائرة يميل إلى اسفل

والعكس صحيح. عند تلتف الطائرة فى إتجاه مضاد لاتجاه عقارب الساعة.

#### ٤ - رفارف الطائرة Flaps .

تقع رفارف الطائرة فى الحافة الخلفية الداخلية من كل جناح هذا ولقد صممت

رفارف الطائرة لكي تعمل على زيادة الصعود التدريجى للطائرة عندما تستقل الهواء.

كما تقوم رفارف الطائرة بدور هام فى نزول وهبوط الطائرة على الأرض عندما يقل

معدل سرعتها.

هذا ويمكن تلخيص الكيفية التي يتحقق بها الاهداف السابقة فيما يلي: -

أ - عندما تفتح رفارف الطائرة وتمتد إلى أسفل في كل من جناحي الطائرة تزداد سرعة عمود الهواء المتحرك فوق جناح الطائرة وبالتالي تبدأ عملية الصعود التدريجي للطائرة في الهواء.

ب - عندما تنخفض سرعة الطائرة وتمتد رفارف الطائرة إلى أعلى تبدأ الطائرة في النزول على سطح الارض.

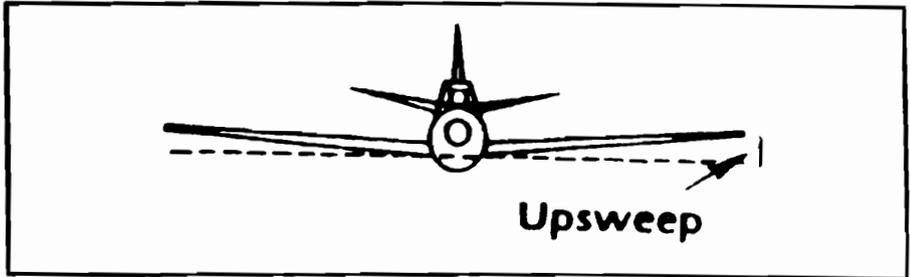
ج - عندما تسير الطائرة في سرعات عالية لا تستخدم رفارف الطائرة.

هذا وعلى الرغم من وجود كل من الموازن الجبني للطائرة والرفرف Flap في الحافة الخلفية لجناح الطائرة إلا انهما يستعملان في وظائف مختلفة فالرفارف Flaps كما سلف القول تستخدم في زيادة صعود الطائرة، والنزول على الارض أما الموازن الجبني Aileron فيستخدم في إدارة الطائرة في اتجاه عقارب الساعة وعكس عقارب الساعة.

هذا ويمكن استخدام العديد من أسطح التحكم في نفس الوقت فمثلاً عندما يريد الطيار إدارة الطائرة فإن الموازن الجبني Ailerons، الدقة الأفقية Elevators، والدقة الرأسية Rudder كلها تستخدم في نفس الوقت.

### المجذاف الفوقي The Upsweep of The Wings

حاول أن تنظر بعناية إلى منظر أمامي للطائرة؟ ماذا تلاحظ؟ الملاحظة أن أجنحة الطائرة لاتوازي مستوى سطح الأرض حيث تميل الأجنحة وتصنع زاوية مع جسم الطائرة انظر الشكل التالي.



شكل (١٧): المجذاف الفوقي للطائرة

شكل (١٧):- لاحظ كيف تميل الاجنحة لاستقرار الطيران ويقوم المجداف الفوقى للطائرة بدور هام فى عملية التحكم فى الطيران. حيث ساهم فى جعل الطائرة مستقرة فى الطيران.

## الطيران الأسرع من الصوت

### Supersonic Flight

الحدث المتناقض ( ١):- سرعة الصوت Speed of Sound.

\* يكلف الطلاب بالوقوف فى أحد نهايات الملعب.

\* يقف بقية الصف على بعد ١١٠ متراً من الطالب.

\* قيام أحد الطلاب بعمل صوت ما عن طريق الدق على شى نحاسى، او عمل أصوات عالية.

\* يطلب من بقية الصف مقارنة ما تم مشاهدته بما تم سماعه.

### عمليات الفحص:-

١ - لاحظ أن عملية الطرق تبدأ قبل سماع الصوت.

٢- تستتج أن سرعة الصوت أقل من سرعة الضوء.

٣- ابتكر نظاماً دقيقاً لتحديد الوقت الذى يتأخر فيه الصوت عن الضوء.

الحدث المتناقض ( ٢): دوى الصوت Sonic Boom

- اقرأ القطعة التالية عن الطيران الأسرع من الصوت .. ثم حدد الخطأ العلمى فيها.

«طائرة تفوق سرعتها سرعة الصوت طوال مرورها على بلدة ما.. لذا فإن الأفراد الذين يسمعون دوى صوتها هم الأفراد الذين يقطنون بالقرب من نقطة بداية الطيران أثناء تحطيم الطائرة لحاجز الصوت».

### عملية الفحص:-

١- اختبار الفرض الدال على أن صوت الطائرة الأسرع من الصوت يسمع مرة

واحدة فقط عند بداية طيرانها واختراقها لحاجز الصوت.

٢- اختبار الفرض الدال على أن صوت الطائرة الأسرع من الصوت يسمع مرة عند بداية الطيران ومرة أخرى عند نهاية الطيران عندما تقل سرعة الطائرة عن سرعة الصوت.

٣- اكتشاف أن دوى الطائرة الأسرع من الصوت يسافر خلفها طوال رحلتها عبر قطر ما.

٤- ترسم رسماً تخطيطياً يوضح الأمواج الصوتية التي تسافر خلف الطائرة في الطيران الأسرع من الصوت.

### الحدث المتناقض (٣): اقتراب الطائرة

## Approaching Aircraft

اقرأ الموقف التالي ثم صحح الخطأ الموجود فيه :-

«أثناء اقتراب طائرة أسرع من الصوت منا سمعنا صوت قوى جداً. وبعد أن ابتعدت الطائرة عنا أصبح صوتها ضعيف جداً».

### عمليات الفحص:

١- اختبار الفرض الدال على أن نغمة الطائرة متساوية عند قدومها وذهابها.

٢- اكتشاف أن الفرد لا يسمع أية صوت للطائرة الأسرع من الصوت على الاطلاق قبل مرورها.

٣- تحليل العلاقة بين سرعة الصوت، وسببه.

### سياق التعلم المقترح لتفسير الأحداث المتناقضة:

تسافر العديد من الطائرات في سرعة الصوت أى بسرعة تعادل سرعة الصوت أو فوق سرعة الصوت سرعة تفوق سرعة الصوت ففي النشاط التعليمي (١). إذا تحرك طلاب الصف (١١٠) متراً بعيداً عن مصدر الصوت فإنهم سوف يسمعون الصوت بعد حوالي  $\frac{1}{3}$  ثانية من حدوثه أى بعد  $\frac{1}{3}$  ثانية من مشاهدتهم للكيفية التي تم بها الصوت لاحظ أن مسافة (١١٠ متراً) هي عبارة عن طول الملعب).

وهنا يجب على المعلم أن يثير إنتباه الطالب إلى أن الطائرة التي تطير بسرعة الصوت سوف تسافر أسرع من سرعة الصوت الذي تم في التجربة التي نفذت في النشاط التعليمي (١). كما يجب اثاره إنتباه الطلاب إلى أن الطائرات العسكرية لها سرعة تعادل ضعف سرعة الصوت أو ثلاث أمثال سرعة الصوت.

هذا ولقد لاحظنا في مقدمة هذا الفصل أن السبب الأساسي لصعود الطائرة هو عمود الهواء الذي يتحرك بسرعة فوق جناح الطائرة. وعندما تصل الطائرة إلى سرعة الصوت فإن مبدأ صعود الطائرة إلى أعلى ينعكس حيث تبدأ الطائرة في تغيير عملية الصعود ببطء لتقليل الضغط والسبب في هذا الهواء الذي يتحرك فوق جناح الطائرة يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الطائرة (وتذكر أن الهواء الذي يسير فوق جناح الطائرة تزداد سرعته كلما مر فوق جناح الطائرة المحذب. وكتيجة لذلك فإن عمود الهواء المار فوق جناح الطائرة تصل سرعته إلى سرعة الصوت قبل أن تصل الطائرة إلى سرعة الصوت).

وكتيجة لهذا يتراكم الهواء شديد السرعة على نفسه بمجرد أن يصل إلى قمة جناح الطائرة. الأمر الذي يكون ضغطاً شديداً يدفع جناح الطائرة إلى أسفل ومن ثم لايتكون الضغط المنخفض فوق جناح الطائرة ولاتصعد إلى أعلى. لذا فإن أجنحة الطائرات الأسرع من الصوت لا يكون لها أسطح علوية محدبة حيث تكون أجنحة الطائرة دقيقة جداً بشكل يعمل على إختزال مقاومة الهواء.

هذا وكلما إزدادت سرعة الطائرة فإن الضغط يتكون في كل الأجزاء والحواف الرئيسية للطائرة وعندما يقوى هذا الضغط بما فيه الكفاية فإنه يصل إلى الأرض محدثاً ما يسمى بدوى الصوت Sonic Boom. وهذا الضغط الذي يسبب دوى الصوت يتعقب الطائرة ويسير خلفها مثل موجة الماء التي تسير خلف المركب وكلما سارت الطائرة بسرعة أكبر كلما كان دوى الصوت الناتج أقوى. وكالعادة إذا كانت الطائرات تطير على ارتفاعات شاهقة فإن دوى الصوت لا يكون قوياً على الأرض.. وفي الحقيقة فإنه قد لايسمع إطلاقاً في بعض الأحيان والآن:-

- ماذا يحدث لدوى الصوت وكيف نسمعه على سطح الأرض عندما تسير الطائرة الأسرع في ارتفاعات منخفضة؟.

- هل الطائرة التي تسير أسرع من الصوت تصنع دوى الصوت فقط عندما تكسر وتخرق وحاجز الصوت؟ ثم تسير بعد ذلك بدون صوت؟.

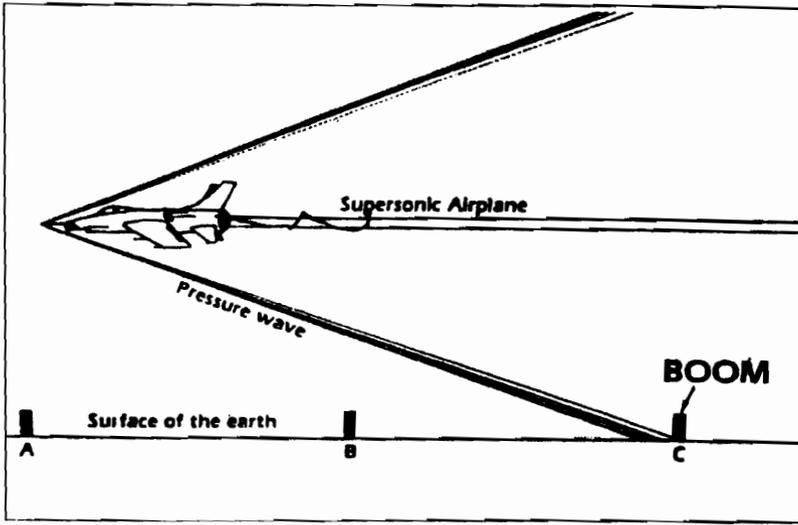
والآن ما الأخطاء العلمية في الأحداث المتناقضة (٢)، (٣) «دوى الصوت».

يعتقد بعض الطلاب بأن دوى الصوت يحدث فقط عندما تخرق الطائرة حاجز الصوت.. والبعض الآخر يعتقد أن دوى الصوت يسمع مرتين: مرة عندما تدخل الطائرة في سرعة الصوت supersonic speed ومرة أخرى عندما تعود إلى السرعة الأقل من سرعة الصوت Subsonic speed فهم يعتقدون أن دوى الصوت يحدث ويسمع فقط في نهايتى الرحلة (بدايتها، ونهايتها).

ونظراً لأن موجة الضغط التي تسبب في حدوث دوى الصوت موجودة في أى وقت تطير فيه الطائرة فوق سرعة الصوت لذا فإن دوى الصوت يتبع الطائرة طوال كل الطريق فوق البلدة التي تسافر فوقها.

وجز من سبب سوء الفهم يأتي من الاختيار غير الجيد للكلمات فلقد عرف مصممو الطائرات لسنوات عديدة أن المشكلات الكبيرة تتلخص في محاولة وصول سرعة الطائرة لسرعة الصوت. ولقد أدركوا أن هناك شكل جديد من القوة ليتمكن من تحقيق هذا الغرض.. وكنتيجة لهذا اعتبر هذا الشكل الجديد من القوة حاجزاً للصوت barrier .. ولكن مع الوقت وباختراع المعدات النفاثة Jet Engines وجدت القوة الكافية لتحقيق هذا الغرض حيث امكن تحطيم سرعة الصوت وسفر الطائرة فوق سرعة الصوت التي كانت بمثابة حاجزاً على مدار عدة سنوات وأخيراً أمكن تحطيم حاجز الصوت واختراع المعدات النفاثة اللازمة لتحقيق هذا الغرض.

ونظراً لاستخدام مصطلحات اختراق broken وحاجز barrier اكتسب العديد من الأفراد ادراكات خاطئة تتمثل في أن الاعتقاد أن اختراق حاجز الصوت عبارة عن حدث مفرد Single Event وعندما تستطيع الطائرة تحقيق هذا الحدث تسير بعد ذلك بهدوء في سرعة فوق سرعة الصوت Supersonic Speed



شكل (١٨) لماذا لا يسمع الفرد المتواجد المواقع A ، B قدوم الطائرة الأسرع من الصوت؟ دوى الصوت يسمع فى الموقع (c).

الفرد المتواجد فى المواقع (A)، (B) فى الحدث لا يستطيع أن يسمع قدوم الطائرة الأسرع من الصوت لأنها تسافر بسرعة أكبر من سرعة الصوت، ومع مرور الوقت وبعد عبور الطائرة يصل الصوت إلى الفرد المتواجد فى تلك المواقع وهكذا يمكن القول أن الفرد يستمع أولاً إلى دوى الصوت وبعد ذلك يستمع إلى صوت الطائرة.

وتختلف طريقة تصميم الطائرات الأسرع من الصوت عن طريقة تصميم الطائرات التى تسير فى سرعة أقل من سرعة الصوت Subsonic بسبب الضغط الهائل الذى تتعرض له الطائرة فى الطيران الأسرع من الصوت.. لذا فإن هذه الطائرات تصمم قوية ولها أجنحة صغيرة وهى انسيابية جداً حتى تتعرض لأقل مقاومة من الهواء. واحد التصميمات الحديثة هو التصميم الذى يأخذ شكل مركبة الفحم «Coke - bottle» لجسم الطائرة.