|  |
| --- |
| فيزياء الهواء |
| كيف تطير الطائرة على ارتفاعات عالية..؟؟؟ |
| حلقة بحث للطالب عروة ضوا  في مادة الفيزياء  الصف الحادي عشر  للعام الدراسي 2015-2016 |

الفهرس

[المقدمة 2](#_Toc439753477)

[القوى في الطائرة 3](#_Toc439753478)

[الثقل: 3](#_Toc439753479)

[الرفع: 3](#_Toc439753480)

[الدفع: 4](#_Toc439753481)

[المقاومة: 5](#_Toc439753482)

[علاقات أيروديناميكية 7](#_Toc439753483)

[نسبة الدفع إلى الوزن : 7](#_Toc439753484)

[نسبة الرفع إلى المقاومة: 8](#_Toc439753485)

[بعض المصطلحات المهمة : 9](#_Toc439753486)

[زاوية الهبوب: 9](#_Toc439753487)

[الرفع العالي : 9](#_Toc439753488)

[حركه الهواء 10](#_Toc439753489)

[دور الجناح 10](#_Toc439753490)

[الاختلاف بالضغط 11](#_Toc439753491)

[أجزاء الطائرة الرئيسية : 11](#_Toc439753492)

[الجناح 11](#_Toc439753493)

[الجسم 12](#_Toc439753494)

[مجموعة الذيل 12](#_Toc439753495)

[جهاز الهبوط 12](#_Toc439753496)

[المحرك 13](#_Toc439753497)

[تغيير حركة الطائرة 13](#_Toc439753498)

[تغيـير الارتفاع 13](#_Toc439753499)

[تغيير الاتجاه 14](#_Toc439753500)

[الارتفاع في الطيران 14](#_Toc439753501)

[الخاتمة 15](#_Toc439753502)

[المراجع : 16](#_Toc439753503)

# 

# المقدمة

كان الطيران حلم الانسان منذ القدم و تتالت المحاولات لخلق آلة تحمل الانسان إلى عباب الفضاء و كان لابد من وضع أسس وقواعد تحكم هذه الحركة المثيرة للاهتمام ، و بذلك و مع تقدم الزمن تراكمت جهود العلماء لمعرفة تفاصيل و ديناميكية هذه الحركة فكانت ولادة علم الفيزياء الهوائية فما هو هذا العلم. ..؟؟ و ما أهميته في حياتنا .؟؟

و لكن السؤال لم يبق هنا فحسب فبحثنا هذا يبحث في كيفية طيران الطائرة و بعض الأساليب الحديثة في استخدام هذه الآلة العجيبة التي نقلت حياة الانسان نقلة نوعية سرعةً و كيفاً ...

و لكن الهدف الرئيس من هذا البحث هو معرفة الايجابيات و السلبيات في طيران الطائرة على ارتفاعات عالية من سطح الأرض ، فكما نعلم إن السبب الرئيس من طيران الطائرة هو وجود الهواء و ما يسببه من مقاومة لفعل الطائرة فماذا سيحدث لو أصبحت قيمة هذه القوة معدومة أو قريبة جداً من الصفر، و ما هي الحلول المفيدة لتفادي هذه المشكلة .

و حتى نعرف حلول هذه المشكلة يجب أن نعرف أولاً لماذا نحن بحاجة لأن تطير الطائرة على ارتفاعات عالية من سطح الأرض .

# القوى في الطائرة

## الثقل:

هي قوى تتولد من قوى الجاذبية الأرضية على الطائرة و هي قوى لا تحتاج إلى تماس فيزيائي مع الجسم حتى تؤثر فيه مثل القوى الأخرى مثل الجر و الرفع، طبيعة الجاذبية قد درست من قبل العديد من السنوات و هي مازالت تدرس من قبل الفيزياء النظرية.

قوة الثقل هي شعاع توجيه له كمية و اتجاه مترابط معه، مركزها دوماً نحو الأرض ، كمية هذه القوة تعتمد على كتلة كل من الطائرة إضافة إلى كل شيء في الطائرة (أشخاص ، حمولات ، بضائع، وقود)، و هي متوزعة على طول الطائرة و لكنها مرتبطة فقط مع نقطة واحدة تدعى مركز الثقل .

الجاذبية بين شيئين تتناسب طرداً مع كتلة الجسمين و عكساً مع مربع المسافة بينهما حسب القانون:

الطيران يستلزم حل مشكلتين كبيرتين

التغلب على قوة الثقل بقوة مضادة.

السيطرة على بقاء الجسم في وضع الطيران.

هاتان المشكلتان متعلقتان بثقل الجسم و بمكان توضع مركز ثقله بالنسبة للطائرة ، للتغلب على قوة الثقل علينا فقط خلق قوة معاكسة لقوة الثقل تساويها بالشدة أو أكثر قليلاً لجعله يرتفع عن مستوى الأرض.

## **الرفع:**

هي قوة ديناميكية هوائية تنتج من حركة سطح انسيابي رافع (جناح الطائرة) في الهواء، و تؤثر قوة الرفع بزاوية قائمة بالنسبة لاتجاه الحركة و تعطي الطائرة المقدرة على الارتفاع و البقاء على السرعة نفسها في الهواء ، حيث يُحدث السطح الانسيابي في الهواء قوة رافعة لأن القوة الناتجة تكون ذات ضغط أكبر على السطح السفلي للسطح الانسيابي مقارنة بالضغط الناتج عن السطح العلوي و ينتج عن الاختلاف في الضغط أعلى السطح الانسيابي و أسفله اختلاف في سرعة سريان الهواء على السطحين( و ذلك طبقاً للقانون الذي اكتشفه العالم (دانيال برنولي)الذي ينص على أن ضغط السائل يقل مع زيادة السرعة).

و للسطح المنساب النموذجي حافة أمامية متقدمة مدورة و حافة خلفية حادة ، حيث عند اقتراب الهواء المنساب من الحافة المتقدمة فإنه يتشعب و يفترق ليتجه نحو السطح المنساب ، و للحصول على قوة رفع لابد من أن يكون انسياب الهواء حول السطح العلوي و السطح السفلي للسطح الانسيابي غير متماثل، و يمكن الحصول على هذا الانسياب عند استخدام سطح منحني يطلق على هذا الانحناء اسم التقوس ، و يحدث هذا الانسياب عند التقاء سطح انسيابي رافع مع الهواء بزاوية معينة ، و لابد من اندماج الانسيابيين بأسلوب سلس منتظم عند تركهما الحافة الخلفية و قد اكتشف هذا القانون من قبل العالم ك.و.كوتا .

كما و يمكن شرح قوة الرفع أيضاً بمقدرة السطح الانسيابي على تحويل اتجاه الهواء إلى أسفل ، و يحول السطح الانسيابي اتجاه الهواء من خلال زاوية التقوس بالإضافة إلى لقاء الهواء عند زاوية معينة و طبقاً لقانون نيوتن الثالث فإن رد الفعل لهذه الحركة يدفع هذا السطح المنساب إلى الأعلى و من ثم ينتج قوة رفع.

من المعروف أن قوة الرفع معاكسة لقوة الثقل، وهي قوة ميكانيكية أيروديناميكية تتولد من كل أجزاء الطائرة عبر حركة الطائرة في الهواء و لكن معظم الرفع يتولد من الجناحين ، قوة الرفع هي شعاع توجيه له كمية و اتجاه تكون عمودية على جهة الحركة..

كيف يتولد الرفع؟؟

الرفع يتولد عندما يندفع تيار من الغاز باتجاه جسم صلب في اتجاه واحد تماماً و يكون في الاتجاه المعاكس تماماً للجسم الصلب (و هذا تبعاً لقانون نيوتن الثالث في الفعل و رد الفعل) و لأن الهواء هو غاز و الجزيئات حرة في المرور عبره فإن أي جسم صلب يمكن أن يعكس التيار.

الرفع يتولد من تفاعل الغاز مع الصلب فيجب أن يكون الغاز في تماس مباشر مع الطائرة حتى يتولد الرفع.

الرفع ينتج من اختلاف السرعة بين الجسم الصلب و الغاز ، يجب أن يوجد حركة بين الجسم و الغاز و لا فرق إذا كان الجسم يتحرك في هواء ساكن أو الجسم ساكن في هواء متحرك.

## الدفع:

هي القوة التي تدفع الطائرة للأمام ، تنشأ من خلال جملة الدفع سواء كانت مروحة أو نفاثة أو مزيج من الاثنين معاً

هي قوة تتحرك عبر الهواء و هي تكون معاكسة لمقاومة الطائرة و هي تتولد من محركات الطائرة عبر ما يسمى بنظام الدفع و هي قوة ميكانيكية ، نظام الدفع يجب أن يكون في تماس فيزيائي مع عمل الغاز، الدفع ينتج من تحرك ردة فعل تسارع كتلة الغاز ، قوة الدفع هي شعاع توجيه له كتلة و جهة ، حيث يعمل المحرك على تسارع الغاز في الجزء الخلفي من الطائرة ، كمية الدفع تعتمد على مبلغ الغاز الذي يدفع بسرعات مختلفة ، حتى يندفع الغاز يجب أن يستهلك المحرك و المحرك يولد حرارة عالية مع التشغيل لفترت طويلة.

معادلة الدفع تشرح كيف أن تسارع الغاز ينتج قوة ..

نوع نظام الدفع يختلف من طائرة إلى أخرى (مروحة ، توربين، صواريخ)

## المقاومة:

قوة ديناميكية هوائية تقاوم الحركة الأمامية للجسم و هي تتولد من كافة أجاء الطائرة حتى من المحرك، ويؤثر شكل الجسم بقدر كبير على مقدار السحب (المقاومة) و يطلق على الأجسام التي يتولد عنها أقل قدر من السحب أجسام الخط الانسيابي أو الأجسام الخالية من الديناميكية الهوائية ، حيث تبنى الطائرة بحيث يكون فيها أقل مقاومة ممكنة ، حيث تحتاج الطائرات ذات المقاومة القليلة إلى محركات أقل طاقة ، كما تحسن المقاومة القليلة من أداء الطائرة.

كيف تتولد المقاومة ...؟؟

إنها تتولد من حركة الجسم الصلب (الطائرة) مع الهواء ،إنها ليست قوة ميدانية يجب أن يكون الجسم في تماس فيزيائي مع الغاز إذا لم يكن يوجد غاز فلا توجد مقاومة ، كما لا يوجد فرق إذا كان الهواء هو المتحرك أم الجسم فالمقاومة موجودة و بما أنها قوة فهي شعاع توجه له جهة و كتلة ..

يمكننا أن نتخيل أن المقاومة هي قوة احتكاك وواحدة من أسباب المقاومة هو الاحتكاك في الطبقة السطحية ، سبب المقاومة يعتمد على شكل الطائرة و هو يسمى form drag .

أنواع المقاومة:

المقاومة الاحتكاكية : يتولد مباشرة بين سطح الجسم و طبقة الهواء الرقيقة المتاخمة (إذ يطلق على طبقة الهواء تلك باسم الطبقة المتاخمة) و يحدث الاحتكاك في جميع الظروف عندما تنزلق طبقة من وسط مائع على طبقة أخرى منه ، و تكون الطبقة المتاخمة موجودة في مقدمة الطائرة .

المقاومة الشكلية : ينتج عندما ينفصل الهواء المنساب عند مروره بجسم منتجاً دوامات هوائية و هي تمتص طاقتها من الجسم مسببة المقاومة الشكلية و بهذا تقلل من سرعة الجسم المتحرك ،

المقاومة المحرضة : و يطلق عليه أيضاً المقاومة الناتجة و ينشأ نتيجة الفرق بين الضغط أعلى الجناح و أسفل الجناح الناتج عن ميل الهواء للانسياب في اتجاه عكسي على طول الجناح، و يميل الهواء على طول السطح السفلي للجناح للاتجاه نحو الخارج بينما يميل الهواء على السطح العلوي للجناح للاتجاه نحو الداخل.

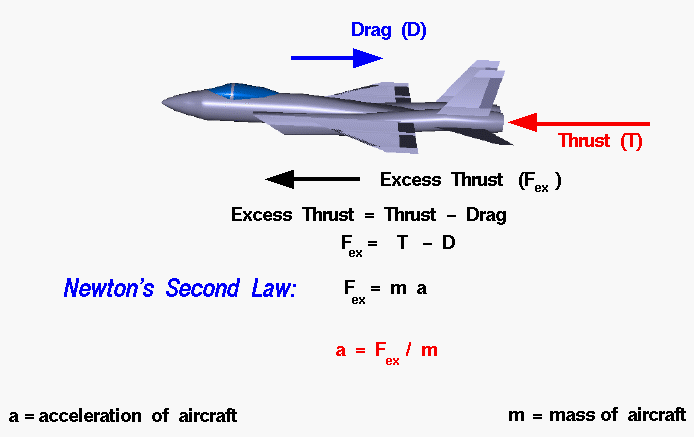
تتأثر المقاومة بحسب سرعة تدفق الهواء عبر الجسم و ضغط الهواء، إن ضغط قوة دافعة من الغاز و تغيرها تولد قوة كما أن تنوع الضغط يولد قوة على الجسم ، مركب قوة الدفع (القوة الأيروديناميكية) تعاكس حركة المقاومة كما أنها تعامد حركة الرفع، كما أن كلا قوتي الرفع و المقاومة تعمل مركز ضغط على الجسم الطائر(الطائرة).

زاوية الهبوب للجناحين تتزايد من تيار ضربات الدوامة كما أن عنصر القوة الأيروديناميك يؤثر على الجناحين، هذه القوة الإضافية تسمى مقاومة الدوامة لأنها تنتج من ضربة الدوامة و تحدث بشكل محدود عند رفع الأجنحة ، كمية تأثير هذه المقاومة تعتمد على قدر الرفع الذي يتولد من الجناحين و هندسة الأجنحة.

سبب آخر للمقاومة يتضمن مقاومة الموجة و مقاومة المضخة حيث عندما تقترب الطائرة من سرعة الصوت، الصدمات الكهربائية تتولد على طول السطح.

مقاومة الموجه : يوجد مقاومة أخرى تسمى مقاومة الموجة التي تترابط مع تشكيل الصدمات كميتها تعتمد على عدد ماخ(Mach number) للتيار.

مقاومة المضخة : مترابط مع حركة الهواء الذي يدخل الطائرة ، المحركات النفاثة و عملية تبريد المقابض تعتمد على مقاومة المضخة (Ram) .



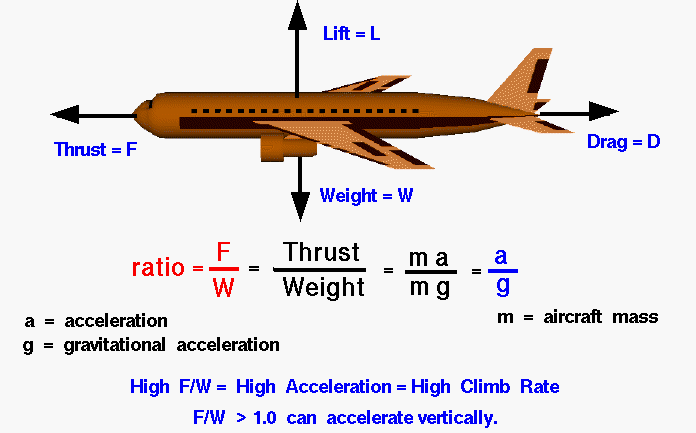
الدفع الحقيقي الذي يعمل على تقدم الطائرة إلى الأمام يعبر عنه بالمعادلة التالية :

حيث يساوي ناتج طرح شعاع المقاومة من شعاع قوة الدفع.

و كما نعلم حسب قانون نيوتن الثاني فيمكننا حساب شدة تسارع الدفع الواجب إحداثه حتى تطير الطائرة بتوازن ويكون بالعلاقة:

# علاقات أيروديناميكية

## نسبة الدفع إلى الوزن :



إن علاقة الرفع بالمقاومة ذو كفاءة مهمة للدفع مستنتج من قانون نيوتن الثاني للحركة

بجمع علاقتي الكتلة نحصل على النسبة

ملاحظة: يجب أن نكون حذرين عند استخدام هذا القانون لأن هيكلية الهواء و المحركات يمكن أن تصنع من قبل نفس المصممين في حين أن المحرك يصنع بأكثر من شكل.

يعتبر هذا القانون من أهم القوانين إضافة إلى نوع المحرك و العلاقة مع بعضهم ، مع العلم أن المحرك يتقلص كلما ارتفعت الطائرة عن الأرض.

## نسبة الرفع إلى المقاومة:

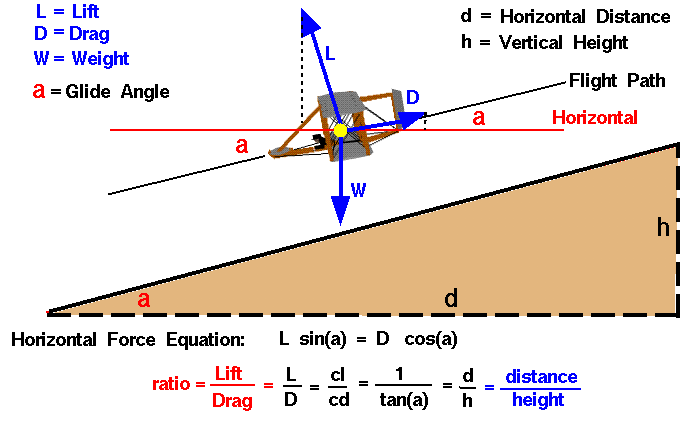
نسبة الرفع للمقاومة هي إشارة لأكثر القوى فعالية على الطائرة ، من الواضح أنه إذا كانت النسبة كبيرة فستكون نسبة الرفع كبيرة و المقاومة صغيرة .

أثناء طيران الطائرة قوة الرفع تساوي قوة الثقل و الجر تساوي المقاومة .

قوة الرفع تساوي مرة و نصف كثافة الهواءr مضروبة في مربع السرعة مضروبة في مساحة الأجنحة مضروبة في معامل الرفع.

و بنفس الطريقة يمكن أن نحسب قوة المقاومة

بالاختصار نجد أن



# بعض المصطلحات المهمة :

## زاوية الهبوب:

هي الزاوية التي يحدثها الجناح مع الهواء المنساب المار به، حيث يمكن زيادة قوة الرفع الناتجة عن الجناح بزيادة زاوية الهبوب و أي زيادة في قوة الرفع تعني إمكانية زيادة سرعة صعود الطائرة أو التحليق بسرعة أبطأ.

كما تؤدي زاوية الهبوب أيضاً دوراً مهماً في سلامة الطيران ، إذ لا يمكن للهواء أن ينساب بسلاسة حول الجناح إذا أصبحت زاوية الهبوب حادة حيث بدلاً من انسياب الهواء بسلاسة فإنه ينقطع فجأة و يصبح في صورة دوامات صغيرة يطلق عليها اسم الدوامات الهوائية على الجناح و تقلل هذه الدوامات من قوة الرفع إلى درجة كبيرة جداً و تجعل الطائرة تهبط للأسفل نحو الأرض و يطلق على هذه الحالة اسم الهويان و يمكن أن تتحطم الطائرة مالم تنخفض زاوية الهبوب على وجه السرعة ، إن الطائرة تحلق بين الزاوية 4 و 15 درجة و يمكن أن تهوي في حال طارت في زاوية تزيد على15 أو 20 درجة.

## الرفع العالي :

تعتمد [قوة الرفع](http://gds.flyingway.com/lift) [للسطح الانسيابي](http://gds.flyingway.com/aerofoil) على [سرعة](http://gds.flyingway.com/airspeed) [الجناح](http://gds.flyingway.com/wing) في الهواء، وإن لم يتحرك [الجناح](http://gds.flyingway.com/wing) بسرعة كافية، فإن الاختلاف في الضغط بين أسفل الجناح وأعلاه لن يؤدي إلى توليد [قوة الرفع](http://gds.flyingway.com/lift) الكافية للاحتفاظ بالطائرة في الهواء. وأثناء عمليات [الهبوط](http://gds.flyingway.com/aircraft_control#الهبوط) و[الإقلاع](http://gds.flyingway.com/aircraft_control#الإقلاع)، يحاول الطيارون أن يطيروا بأقل [سرعة](http://gds.flyingway.com/airspeed) ممكنة، ولهذا تزود [الطائرة](http://gds.flyingway.com/aircraft) بأجزاء خاصة يطلق عليها نبائط الرفع العالي لتمد الطائرة بقوة رفع كافية لكي [تطير](http://gds.flyingway.com/how_to_fly) بأقل [سرعة](http://gds.flyingway.com/airspeed) ممكنة. وتشتمل هذه النبائط على كل من:  
قلابة  مقطع متصل بمفصلات في ظهر كل [جناح](http://gds.flyingway.com/wing). وفي أثناء رحلة الطيران الاعتيادية، تتوافق القلابة بسلاسة مع [الجناح](http://gds.flyingway.com/wing). ويقوم الطيار بإنزال القلابات وذلك للهبوط، وفي بعض الأحيان أيضًا أثناء الإقلاع. وعند إنزال [القلابات](http://gds.flyingway.com/flaps)، فإنها تزيد من نسبة التقوّس [للجناح](http://gds.flyingway.com/wing)، ويعطي ذلك [قوة رفع](http://gds.flyingway.com/lift) للطائرة، وبالتالي يساعد على تخفيض [سرعة](http://gds.flyingway.com/airspeed) الطائرة استعداداً [للهبوط](http://gds.flyingway.com/how_to_fly).  
سدفة جزء متصل بمفصل بالقرب من مقدمة طرف كل جناح. وعندما تخفض [الطائرة](http://gds.flyingway.com/aircraft) من سرعتها، فإن [السدفة](http://gds.flyingway.com/krueger_flaps) تتحرك بصورة تلقائية إلى الأمام لزيادة التقوس للجناح، وبالتالي تعمل السدفة على زيادة [قوة الرَّفْع](http://gds.flyingway.com/lift).  
شق خدي فتحة على طول [الحافة الأمامية](http://gds.flyingway.com/leading_edge) للجناح. ويساعد [الشق الخدي](http://gds.flyingway.com/slats) الهواء في الانسياب بسلاسة أعلى [الجناح](http://gds.flyingway.com/wing)، وبهذا يمكن للطائرة أن تطير [بزاوية هبوب](http://gds.flyingway.com/angle_of_attack) كبيرة دون أن تهوي، وبالتالي فإن زاوية الهبوب هذه تزيد [قوة الرفع](http://gds.flyingway.com/lift).

## حركه الهواء

لفهم حركة الهواء (جريان أو تدفق) حول جسم معين يجب دراسة القوى و العزوم التي تتولد و تؤثر على الجسم و هي ما تتمثل بسرعة و ضغط و كثافة و درجة حرارة كمؤثرات على المكان و الزمان في الهواء على الجسم المتحرك.

إن المشاكل في الديناميكا الهوائية يمكن أن تنقسم إلى قسمين (داخلي و خارجي) و لكل قسم علمه المستقل فمثلاً تدفق الهواء إلى داخل المحرك النفاث له عدة عوامل و مؤثرات و مشاكل ، على سبيل المثال الموجات الصدمية التي ستقابل جريان الهواء و ما يعانيه من انضغاط و تحول حراري ، و الخارجي يتمثل بتقييم الرفع المتولد منه و موجات الاهتزاز التي تتشكل أمام أنف الطائرة و أمام مقطع الجناح .

## دور الجناح

هو السطح الذي يستخدم لتوليد الرفع للطيران في الجو أو خلال أوساط غازية أخرى، إن شكل الجناح عادة هو شكل انسياب يسمى المطيار ، و إن أي نوع من الأيروديناميكية للجناح تمثل النسبة بين الرفع و المقاومة.

إن قيمة الرفع المتولدة من قبل الجناح عند سرعة و زاوية هجوم معينين ممكن أن تكون أعظم من الكبح المتولد بمرة أو مرتين و هذا يعني أنه بإمكان قوة دفع قليلة تساعد على دفع الجناح خلال الهواء لكي يحصل على الرفع المناسب و الكفء .

و لكي يتمكن الجناح من توليد الدفع يجب أن يكون مثبت بزاوية تثبيت تكون زاوية إيجابية مع جريان الهواء و في هذه الحالة تتولد منطقة ضغط منخفض على السطح العلوي للجناح و التي تقوم بسحب الهواء فوق الجناح نحو الأسفل بعد أن تجتاز مقطع الجناح، أما على السطح السفلي من الجناح فإنه تتشكل منطقة ضغط عالي تساعد على تعجيل الهواء باتجاه الأسفل ليلتقي بالهواء المار من الأعلى و ان اختلاف الضغط بين هاتين المنطقتين ينتجان قوة دفع إلى الأعلى تسمى قوة الرفع.

## الاختلاف بالضغط

إن الاختلاف بالضغط و تعجيل الهواء و توليد الرفع هو عملية حسابية تعتمد قيمتها على مكوناتها من سرعة جريان إلى اختلاف بالضغط و ما ينتج عنه من رفع حيث يمكن حساب الرفع عن طريق الاختلاف بالضغط أو بحساب الطاقة التي صرفت لتعجيل جريان الهواء، الشكل الانسيابي المشترك بين الأجنحة تجمعه عدة عوامل ، العديد منها لا يتعلق بالأيروديناميكية الهوائية فمثلاً تحتاج الأجنحة إلى قوة و هذا يتطلب العديد من الأضلاع و الدعامات لتسنده وهذا يؤدي إلى أن يكون سميك أكثر ليستوعب هذه الأضلاع و الدعامات و كذلك قد يستخدم الجناح لحفظ الوقود كخزان و هذ يتطلب سمك إضافي و قد يضم مخابئ بالعجلات وآليتها و هنا نلاحظ أن الحاجة إلى إبقاء تسريع جريان الهواء أسفل الجناح و التحدب من الأعلى لإطالة الجريان سبب مهم لتوليد الاختلاف بين الضغطين على سطحيه ، إن اختيار شكل مقطع الجناح من قبل المصممين يعتمد على عوامل إعطاء الرفع اللازمة للطيران وزاوية هجومه ووزن الجناح بما يحويه من ثقل أو حمولات و عادة تكون للأجنحة عدة لوحات تسمى أسطح سيطرة (قلابات) لتسمح للطيار بتعديل شكل المقطع و التي تجعله قادراً على تغيير خصائص تشغيله بالطيران.

# أجزاء الطائرة الرئيسية :

## الجناح

يمتد جناح الطائرة إلى الخارج من كل جانب من جوانب الطائرة حيث يصنع الجناحين من الفلز ، أما عن هيكل الجناح فهو يتركب من قوائم طولية و أضلاع عرضية و يغطى غطاء رقيق يصنع عادة من الألمنيوم (السبيكة خليط من الفلزات) و معظم الطائرات لها أجنحة كابولية مثبتة تماماً في الجناح، و لجناح الطائرة جذر و طرف و حافة أمامية و حافة خلفية فالجذر هو الجزء من الجناح المثبت بالجسم و الطرف هو حافة الجناح الأبعد عن الجسم و الحافة الأمامية هي الحافة المقوسة في مقدمة الجناح، حيث يزداد سمك الجناح ابتداء من الحافة الأمامية ثم ينحدر للخلف حتى الحافة الخلفية و في معظم الطائرات يكون طرفا الجناح أعلى قليلاً من جذريه حيث يسمى الجناح في هذه الحالة "جناح ذات زاوية مروحية"

تختلف أماكن اتصال الأجنحة بالجسم من طائرة لأخرى حيث يوجد طائرات مكان اتصال الأجنحة مع الجسم في المنطقة العليا من الجسم و قد تكون في المنطقة السفلى أو الوسطية .. و يوجد أجنحة مستقيمة حيث تصنع الحافة الأممية لها زاوية قائمة مع الجسم حيث تزود معظم الطائرات بهذه الأنواع من الأجنحة إذ يكون أداؤها ممتازاً.

## الجسم

يمتد من مقدمتها و حتى ذيلها و يأخذ جسم معظم الطائرات الشكل الانبوبي المغطى بغلاف خفيف من الألمنيوم و في الطائرات أحادية المحرك يثبت المحرك عدة في الجزء الأمامي للجسم لكن بعض الطائرات النفاثة يثبت أحد محركاتها أو كلها في الجزء الخلفي من الجسم و يجمع الجسم بداخله أجهزة تحكم و الطاقم و الركاب و البضائع و يحتوي الجسم في الطائرات الصغيرة على قمرة تتسع فقط للطيار و راكب واحد .

## مجموعة الذيل

هي الجزء الخلفي من الطائرة وتساعد في التحكم في قيادة الطائرة و المحافظة على اتزانها في الجو و معظم مجموعات الذيل تتكون من عنفة و دفة رأسيتين و موازن و رافعتين افقيتين ، حيث تقف العنفة رأسياً ثابتة دون حركة لتحافظ على مؤخرة الطائرة من التأرجح و تثبت الدفة في الطرف الخلفي للعنفة و تتحرك في أي من الجانبين للتحكم في الطائرة أثناء الدوران .

يشبه الموازن جناحاً صغيراً مثبتاً عند الذيل و يعمل على منع الذيل من التذبذب إلى أعلى و أسفل محافظاً على الاستقرار الافقي للطائرة ، و تثبت الرافعة في الطرف الخلفي للموازن و يحركها الطيار إلى أعلى و أسفل ليخفض مقدمة الطائرة.

## جهاز الهبوط

يتكون من العجلات أو العوامات التي تتحرك الطائرة فوقها عندما تسير على الأرض أو الماء ، و يتحمل جهاز الهبوط وزن الطائرة عند سيرها على الأرض أو الماء ، و للطائرات الأرضية نوعان من أجهزة الهبوط ففي الطائرات الخفيفة يتكون جهاز الهبوط من عجلتين أسفل الجزء الأمامي للجسم و عجلة ثالثة تحت الذيل أما معظم الطائرات الأخرى فلها جهاز هبوط ثلاثي يتكون في الطائرات الخفيفة من عجلة أسفل المقدمة و عجلتين تحت منتصف الجسم أو واحدة تحت كل جناح ، و كثير من الطائرات الكبيرة لها جهاز هبوط ثلاثي يتكون من:

جهاز الهبوط الرئيسي و يتضمن ما يصل إلى 12 عجلة أسفل كل من الجناحين.

جهاز هبوط المقدمة به عجلة أو عجلتان على الأكثر .

و جهاز الهبوط إما ثابت أو قابل للطي، و يبقى الجهاز الثابت في وضعه الممتد طوال الطيران مما يخفض من سرعة الطائرة ، أما الطائرات عالية السرعة فيتم في معظمه طي العجلات أو جذبها لأعلى بعد إتمام الإقلاع ، إما لداخل الأجنحة أو لداخل الجسم.

## المحرك

يعتبر المحرك هو الجزء المسؤول عن توليد القدرة اللازمة لتحريك الطائرة و تستخدم الطائرات ثلاث أنواع رئيسية من المحركات

محرك ترددية أو مكبسية

محركات نفاثة

محركات صاروخية

إذ إن المحركات الترددية هي الأكثر وزناً و الأقل إنتاجاً للقدرة من بين هذه الأنواع بينما المحركات الصاروخية هي الأكثر إنتاجاً للقدرة.

# تغيير حركة الطائرة

تغيـير الارتفاع   
تتوازن قوة الرفع مع قوة الثقل ، وقوة الدفع مع قوة المقاومة الهوائية (السحب) للطائرة التي تطير في وضع مستقيم ومستوي، وللبدء في الهبوط بالطائرة فلا بد أن يخفض قدرة المحرك، ويتم ذلك بالنسبة للمحركات النفاثة والمحركات المروحية، بتخفيض سرعة دوران المحرك لتخفيض قوة الدفع المتولدة، ومع انخفاض قوة الدفع، تنخفض أيضًا قوة الرفع لتبدأ الطائرة في الهبوط إلى أسفل، وفي نفس الوقت تزيد قوة المقاومة الهوائية فتنخفض سرعة الطائرة ويزيد معدل هبوطها.  
وللصعود لابد أن تزاد قوة المحركات وتدور المروحة أو المحرك النفاث بسرعة أكبر لتتولد قوة دفع أكبر، ومع زيادة قوة الدفع تزيد قوة الرفع لتبدأ الطائرة في الصعود، إلا أن الصعود يرفع من قوة السحب الهوائي ولهذا تحتاج الطائرة للمزيد من قوة الرفع، وللحصول على أعلى قوة رفع، يقوم الطيار بزيادة زاوية الهبوب، (هي الزاوية التي يقطع بها الجناح الهواء)، وتستخدم لذلك أجهزة التحكم لدفع مقدمة الطائرة لتشير لأعلى قليلاً، حتى يصنع الجناح زاوية موجبة مع مسار الطيران. وتزيد سرعة الهواء المار فوق السطح العلوي للجناح ليصبح ضغطه أقل من ضغطه في أثناء الطيران المستوي. وتتحرك منطقة الضغط المرتفع أسفل الجناح إلى منطقة الضغط المنخفض أعلاه مولدة قوة الرفع. لكن الاستمرار في زيادة زاوية الهبوب يؤدي في النهاية إلى اضطراب الهواء فوق سطح الجناح وزيادة قوة السحب الهوائي، حيث يستعيد الطيار توازن القوى الأربع المؤثرة على الطائرة عن طريق زيادة قدرة المحرك لتوليد قوة دفع أكبر.

تغيير الاتجاه  
يقوم الطيار بإجراء دوران للطائرة عن طريق زيادة قوة الرفع المتولدة من جناح أو آخر، فلإجراء دوران إلى اليسار مثلاً: يستخدم الطيار أجهزة التحكم التي تضع الطائرة في وضع الميل الجانبي لليسار، أي أن الجناح الأيسر يسقط منخفضًا عن الجناح الأيمن، وتتولد قوة الرفع دائمًا عمودية على سطح الجناح، فعندما لا يكون الجناح أفقيًا موازيًا لسطح الأرض، تكون قوة الرفع هي الأخرى مائلة مع سطح الأرض. وتزيد قوة الرفع على الجناح الأيمن عندما ينخفض الجناح الأيسر، مما يدفع الطائرة للدوران. ويستخدم قائد الطائرة الدفة للمحافظة على وضع الطائرة مستقرًا. ولا يُعتمد على الدفة لإحداث الدوران، بل إن ميل قوة الرفع عند الأجنحة بزاوية كافية مع خط الأفق هي التي تدفع الطائرة للدوران.  
وعندما تبدأ الطائرة في الدوران، تقل قوة الرفع المضادة للجاذبية وتفقد الطائرة بعض ارتفاعها، ولاستعادة توازن القوى الأربع مرة أخرى، يمكن للطّيار اتخاذ أحد إجراءين، هما إما زيادة زاوية الهبوب ليزداد الرفع المتولد على الأجنحة و إما زيادة قدرة المحركات لزيادة قوة رفع أكبر.

وفي الدوران الحاد، يقوم الطيار بزيادة كل من زاوية الهبوب، وقدرة المحرك في آن واحد، لمنع الطائرة من فقد بعض ارتفاعها.

# الارتفاع في الطيران

الارتفاع في علم الطيران هي المسافة بين نقطة أو طائرة إلى مستوى سطح البحر و تقاس بالقدم بالملاحة الجوية و مصطلح الارتفاع له عدة معاني و هي :

الارتفاع الحقيقي : هو الارتفاع عن مستوى سطح البحر .

الارتفاع : هو علو شيء فوق سطح الارض و يستخدم لقياس ارتفاع التضاريس.

الارتفاع المطلق : هو ارتفاع الطائرة فوق التضاريس التي تطير فوقها.

الارتفاع المعين : هي القراءة على عداد الارتفاع

ارتفاع ضغطي : هو العلو فوق معطيات الطائرة الثابتة و هي(1013.2 ميلي بار أو 29.92 انش زئبقي و بدرجة حرارة 15c ) يقسم الارتفاع الضغطي إلى كل 100 قدم و يشار إليه كمستوى طيران و يستخدم لقياس ما فوق الارتفاع الانتقالي .

الارتفاع الكثافي :هو ارتفاع مصحح خارج عن حالات الجو القياسي الدولي حيث يكون كثافة الهواء لا تعادل القياس الدولي.

إن أداء الطائرة يعتمد على الارتفاع الكثافي بحيث يتأثر بالضغط البارومتري و الرطوبة و الحرارة .

# الخاتمة

إن طيران الطائرة على ارتفاع كبير من سطح الأرض قد يسبب بعض مشاكل الطيران فطيران الطائرة على ارتفاع كبير من سطح الرض (حيث تكون مقاومة الهواء شبه معدومة) يلغي السبب الرئيس الذي بفضله يجعل للطائرة القدرة على التحليق فالطائرة تطير بفضل قوة الفعل و رد العفل إذ نقوم بتزويد الطائرة بالقوة من المحركات كفعل و تقوم الأجنحة برد فعل معاكس و هو ارتفاع الطائرة إلى الأعلى و لهذا السبب فإن للهواء دور أساسي و كبير في طيران الطائرة و إذا أردنا طيران لطائرة فعلينا بزيادة قدرة المحركات و تهييئ الطائرة شكلياً عن طريق الجنحة و الشكل الخارجي ن تتناسب مع مقاومة الهواء القليلة جداً ، كما و قد سألنا في بداية البحث عن اهمية و سبب و غاية طيران الطئرة على ارتفاعات كبيرة هو لأسباب عسكرية قد تكون أو اسباب مدنية لراحة المدن التي تمر عليه الطائرات بكثرة.

# المراجع :

*Air Navigation*. Department of the Air Force

*Radiotelephony Manual*. UK Civil Aviation Authority

 International Society for Mountain Medicine

National Weather Service

National aeronautics and space administration