الأرضية gravitational field أو المجال الكهرومغناطيسى electromagnetic field. لهذا نجد أن خارج الغلاف الجوى تتلاشى قوى الرفع ومقاومة الهواء. لآن قوى الهواء الديناميكية تتولد من الفرق فى السرعة بين الصاروخ والهواء. واذا لم توجد حركة نسبية بين الجسم والهواء لاتوجد قوى ديناميكية.

يستفاد من تأثير قوى الهواء الديناميكية على كل من الطائرة والصاروخ بطرق مختلفة. فتستفاد الطائرة من قوة الرفع للتغلب على وزن الطائرة، ولكن الصاروخ يستخدم قوى دفع المحركات thrust للتغلب على وزنه. لأن مركز الضغط لاينطبق على مركز الثقل، ويستفاد من قوة الرفع فى الصاروخ فى المحافظة على استقرار الصاروخ أثناء طيرانه والتحكم فى اتجاه الطيران. أغلب الطائرات لها قوة رفع عالية بالنسبة لقوة مقاومة الهواء، بينما تكون قوة مقاومة الهواء للصاروخ أكبر بكثير من قوة الرفع.

يمكننا القول أن قوة مقاومة الهواء هى قوة الأحتكاك واحد مصادر هذه القوة هو الاحتكاك بين جزيئات الهواء والسطح الصلب للصاروخ المتحرك. لهذا يعتمد مقدار الاحتكاك على خواص كلا من الجسم الصلب والهواء. فنعومة سطح الصاروخ وتحدبه يولد قوة احتكاك أقل من الأسطح الخشنة. ويعتمد مقدار الاحتكاك على لزوجة الهواء viscosity، وعلى المقدار النسبى لقوى اللزوجة إلى حركة تدفق الهواء.

تتكون على امتداد سطح الصاروخ طبقة حدية طاقة تدفقها أقل من الطبقات الأبعد عن السطح، ويعتمد مقدار الأحتكاك على حالة هذا التدفق. ويمكننا أن نتخيل مقاومة الهواء على انها مقاومة لحركة الجسم خلال الهواء وتعتمد هذه المقاومة على شكل جسم الصاروخ. تتغير السرعة المحلية والضغط عند تدفق الهواء حول جسم الصاروخ. وحيث أن الضغط مقياس لعزم جزيئات الهواء والتغير فيه ينتج قوة، والتوزيع المتغير فى الضغط سوف ينتج قوة على الجسم.

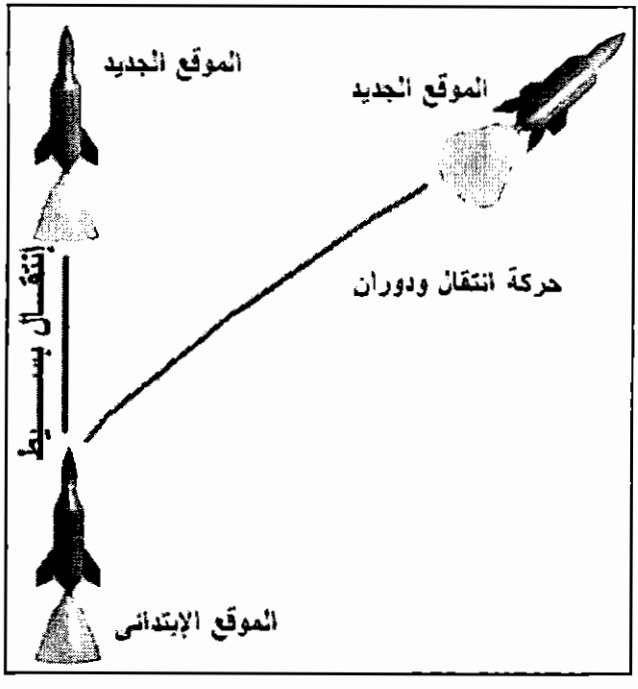
إن قوة الرفع تحدث عندما يتغير اتجاه تدفق الهواء نتيجة تحدب جسم الصاروخ. فإذا حدث تغير لتدفق فى جانب من سطح الصاروخ تحدث قوة الرفع فى الجانب المقابل منه، طبقا لقانون نيوتن الثالث للفعل ورد الفعل. وتحول مقدمة الصاروخ المخروطية وجسمه الأسطوانى والزعانف تدفق الهواء ليصبح مصدر لقوة الرفع إذا كان اتجاه طيران الصاروخ يميل على المحور الطولى له.

5-7 : الحركة الرئيسية للصاروخ :

نحن نعيش فى عالم محدد بثلاثة أبعاد بالإضافة لبعد الزمن الرابع، لذلك يتحرك أى جسم حركتين. الحركة الأولى حركة أنتقالية أى يغير موقعة من نقطة إلى أخرى،

والحركة الثانية حركة دورانية أى يغير هيئته، أى وضع جسمه attitude الشكل (7-2). وعامة تشمل حركة أى صاروخ كلا النوعين من الانتقال والدوران. ويكون الانتقال استجابة مباشرة للقوى الخارجية. أما الدوران يكون استجابة مباشرة للعزم الخارجى أو قوة اللى twisting force.

إن حركة الصاروخ معقدة، لأن دورانه وانتقاله متلازمان، ويؤثر الدوران على مقدار واتجاه القوى التى تؤثر على الانتقال. ولفهم ووصف حركة الصاروخ نحاول تبسيط المشكلة المعقدة لحركة الصاروخ إلى سلسلة من الحركات البسيطة. يمكننا أن نتخيل انتقال الصاروخ كما لو كانت جميع كتل الصاروخ مجمعة عند نقطة واحدة تسمى مركز الثقل. ويمكننا وصف حركة مركز الثقل بقوانين الحركة لنيوتن. وعموما توجد أربعة قوى تؤثر على الصاروخ وهى الوزن والدفع ومقاومة الهواء والرفع.



الشكل (7-2)
حركة الصاروخ الانتقالية والدورانية.

7-6 : دوران الصاروخ :

7-6-1 : محاور الجسم :