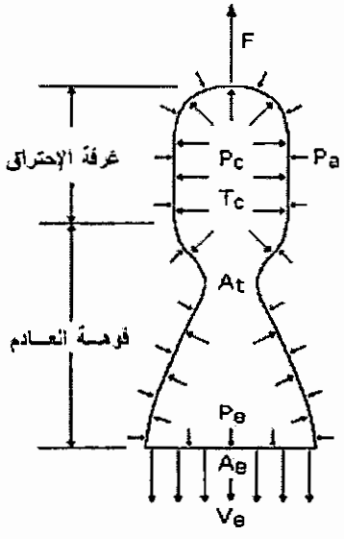
باسرع ما يمكن داخل الفوهة بتصميم نسبة كبيرة لمقطع الفوهة وتعرف نسبة المقطع بنسبة مساحة فوهة الخروج A_e إلي مساحة الفتحة التي بين غرفة الإحتراق وفوهة الخروج A_t وتسمي الحلق. أي يلزم أن تكون A_e أكبر بكثير من A_t .

2-8 : العزم الثابت Conservation Momentum :

عزم الجزىء هو حاصل ضرب الكتلة في السرعة $p= mv$. وقانون نيوتن الثاني للحركة ينص علي أن "القوة المؤثرة علي جسم مساوية لمعدل تغير العزم للجسيم" أى $F = \frac{dP}{dt} = m\,a$. إذا كان لدينا نظام من الجسيمات فإن العزم الكلي



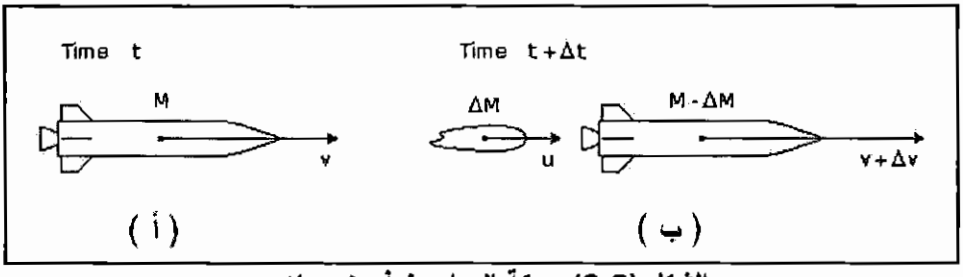
الشكل (1-8) شكل تخطيطي مبسط لمحرك الصاروخ.

لهذا النظام يكون مساويا لمجموع عزم كل جسيم. وإذا لم توجد أي قوة خارجية تؤثر علي النظام فإن العزم الكلي للنظام يظل ثابتا. ويسمي هذا بقاعدة ثبات العزم. دعنا نري كيف نطبق هذه القاعدة علي ميكانيكا الصواريخ.

نتصور صاروخ يتحرك في فضاء خالي من الجاذبية، سيتم اشعال محرك الصاروخ لفترة زمنية مقدارها Δt وأثناء هذه الفترة تندفع الغازات منه بمعدل ثابت وبسرعة ثابتة بالنسبة للصاروخ Exhaust velocity. وبفرض عدم وجود قوي خارجية مثل الجاذبية أو مقاومة الهواء.

يوضح الوضع (أ) في الشكل (2-8) وضع الصاروخ عند الإطلاق عند الزمن T، والكتلة الكلية للصاروخ والوقود M ، تتحرك بسرعة V بالنسبة لنقطة ما

ثابتة. بعد فترة زمنية Δt نجد أن وضع الصاروخ تغير إلي الوضع (ب) في الشكل (8-2) حيث نجد أن الكتلة التي قذفت من الصاروخ علي هيئة وقود ΔM بسرعة U بالنسبة لراصد ما. لذلك نجد أن كتلة الصاروخ أصبحت $M-\Delta M$ وسرعة الصاروخ V أصبحت $V+\Delta V$. ولعدم وجود أي قوي خارجية علي الصاروخ فإن عزم الصاروخ ثابت أي $\frac{dP}{dt}=0$ ، لهذا نجد أن الدفع الذي يكتسبه الصاروخ ناتج عن الكتلة التي فقدها كوقود محترق مندفع بسرعة في الاتجاه الآخر.



الشكل (8-2) حركة الصاروخ في زمن Δt.

3-8 : الإشتعال وسرعة العادم Combustion and exhaust velocity

إن عملية الإحتراق تعني أكسدة مركبات الوقود القابلة للتأكسد. وأثناء الإحتراق تظل كتلة كل عنصر كما هى. فمثلا معادلة التفاعل التالية بين الميثان والأكسجين :

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

تنص علي أن جزىء من الميثان CH_4 تفاعل مع جزئين من الأكسجين $2O_2$ لتكوين جزىء من ثاني أكسيد الكربون CO_2 وجزئين من الماء $2H_2O$. وهذا يعني أيضا أن 16 جرام من الميثان تتفاعل مع 64 جرام من الأكسجين لتكوين 44 جرام من ثاني أكسيد الكربون و 36 جرام من الماء.

والمثال السابق للتفاعل يوضح ضرورة توفير كمية أكسجين كافية للتفاعل الكيميائي مع الوقود بالكامل. وأعلي درجة حراره للهب التفاعل يمكن الوصول إليها تحت ظروف هذا التفاعل.

لذلك يجب اشعال محرك الصاروخ عند توافر نسب مثالية لخليط الوقود. وهذه النسبة تحدد معدل إنسياب كتلة المؤكسد مقسومة علي معدل إنسياب كتلة الوقود. ولو أخذنا تفاعل الكيروسين مع الأكسجين نجد أن: