اتزان الصاروخ

قد نلاحظ أن الصاروخ يَطِيرُ في اتجاه
بينما أنفه المدبّبُ يكون في اتجاه مختلف

هذا في الواقع يشير إلي موقع قلِق بالنسبة لطيران الصاروخ

إنّ القوي التدويرية الفاعلة للصاروخِ
هي فقط المسئولة عن موقع القلِق في الإطلاق

إنّ أصعب شئ نفعله
هو أن نجعل القوي التدويريةِ تتلاعب بحركة الصاروخ
و تؤثر علي قوة مركز الضغط - سي . بي .

من هنا
سنقسم حركة طيران الصاروخِ
إلى حركتين نوعيتين مختلفتينِ
و هاتين الحركتين
ستقودان مباشرة إلى الاعتبار المنفصلِ لمركزِ الجاذبيةِ (سي. جي .) ومركز الضغطِ (سي. بي .)
و تحدد علاقاتهما المتبادلة
و تأثيرهما على استقرار الصاروخِ

مركز الجاذبيةِ (سي. جي .)
هو نقطةُ إتزان الصاروخ

لذلك يجب تقدير أتزان الصاروخ و توزيع الوزون علي إتزان الصاروخ (سي. جي)

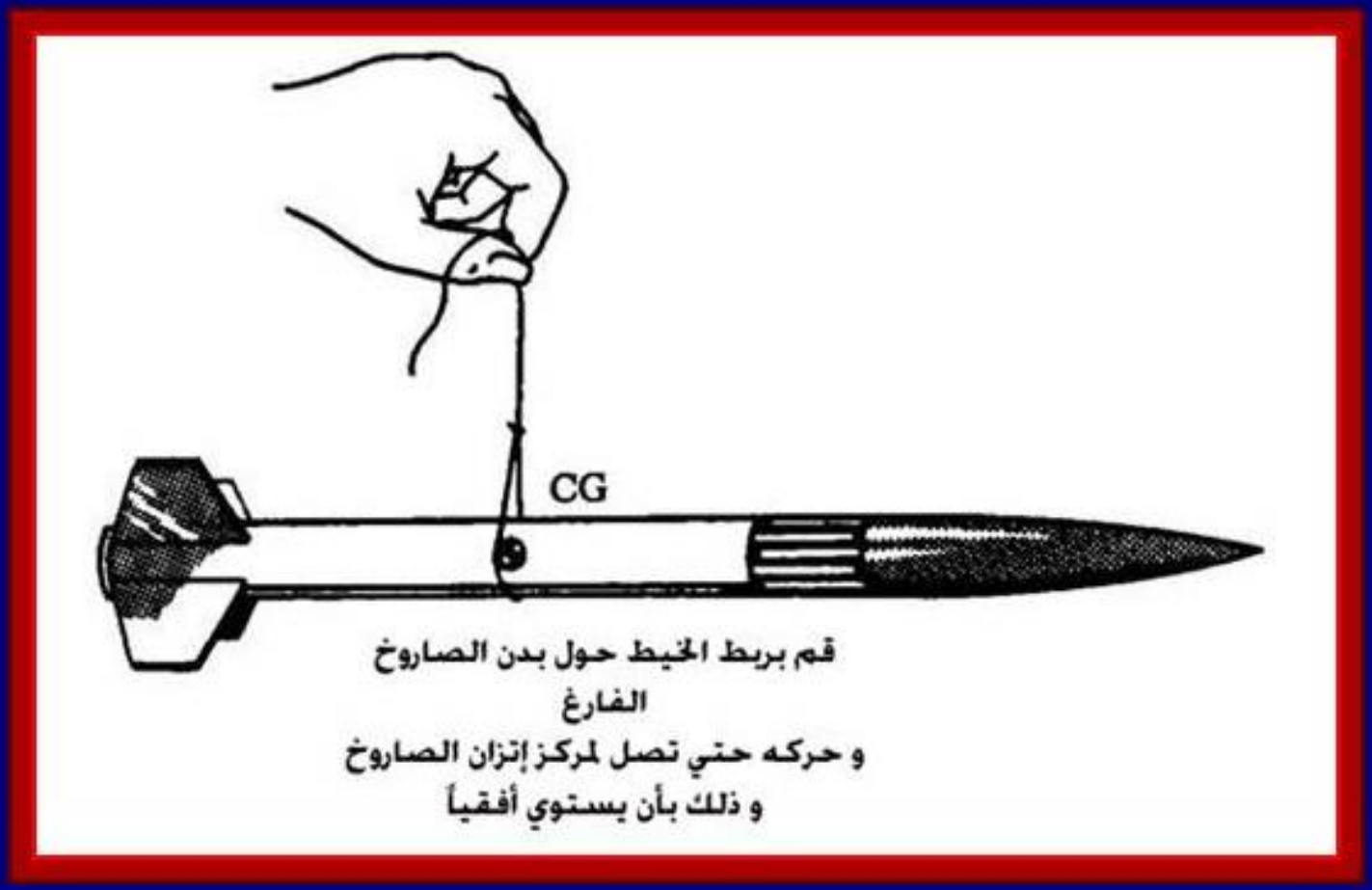
و يمكنك أن تزن توزيع الأوزان علي نقطة إتزان الصاروخ (سي. جي)

بأن نَرْبطُ خيط عند (سي. جي)
و توازنه
إلي أن يصير مستوي - أَو يُوازنُ

عملية موازنة الصاروخ

بطريقة الخيط و من خلال إضافة الطين

بعد تحديد نفطة إتزان بدن الصاروخ و هو فارغ



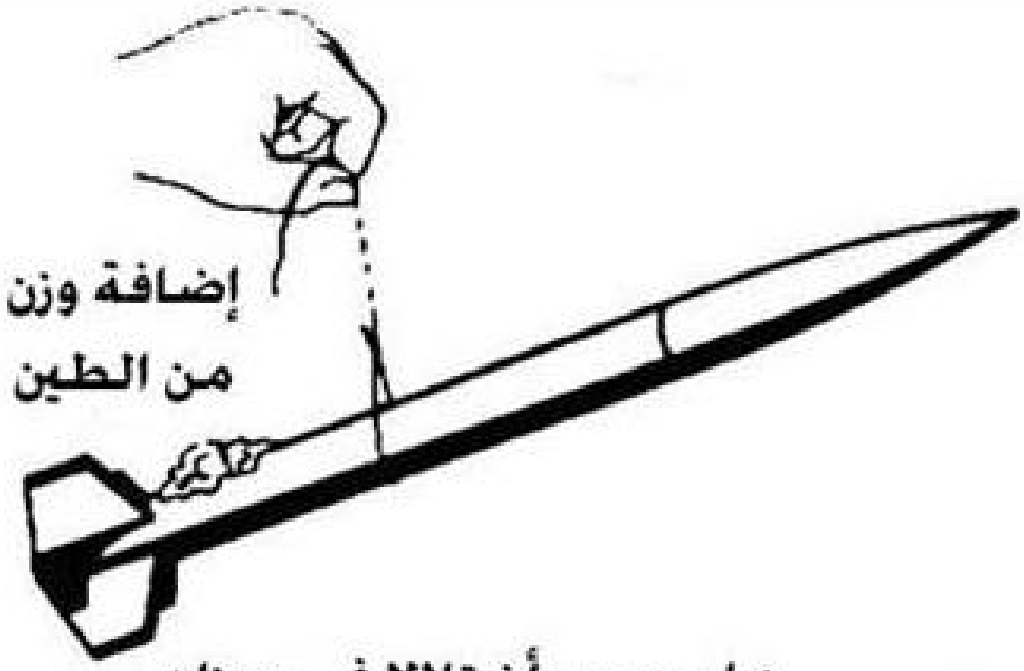
الآن

يمكنك أن تضيف الأوزان علي جانبي نقطة الأتزان التي أوجدتها من خلال الوزن بالخيط عندما كان جسد الصاروخ فارغا

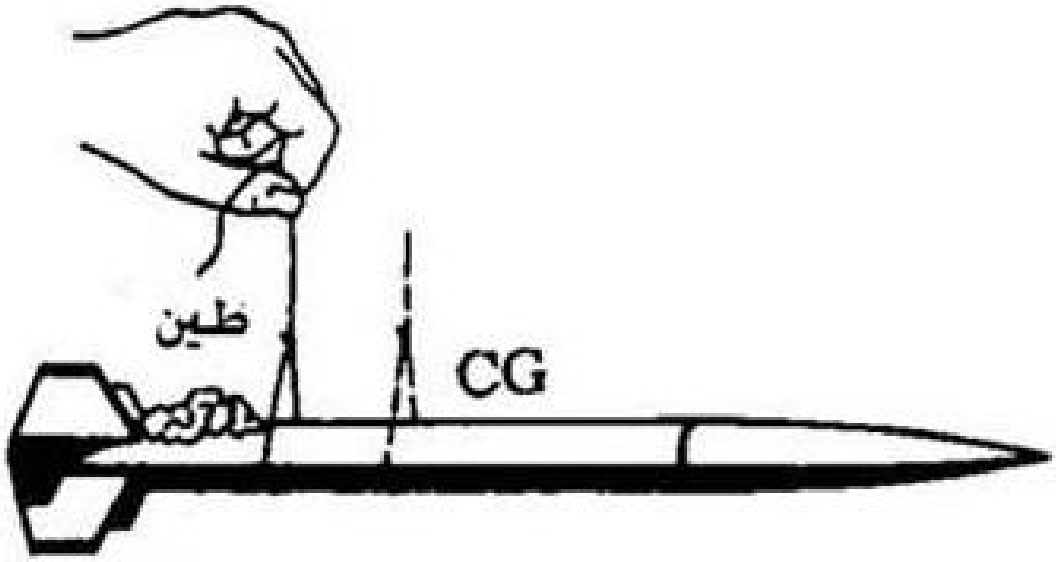
و هكذا
فعندما تضيف وزنا من المادة في آي طرف من نقطة الأتزان
فأن البدن سيميل في هذا الإتجاه
و هو ما سيؤدي في نهاية الأمر إلي أن يميل الصاروخ لأسفل
في إتجاه جذب الأرض

لذا فأنه يمكننا إستخدام الطين
لتمثيل الوزن المضاف داخل البدن
و ذلك من الخارج
و ملاحظة مقدار الميلان الحادثة

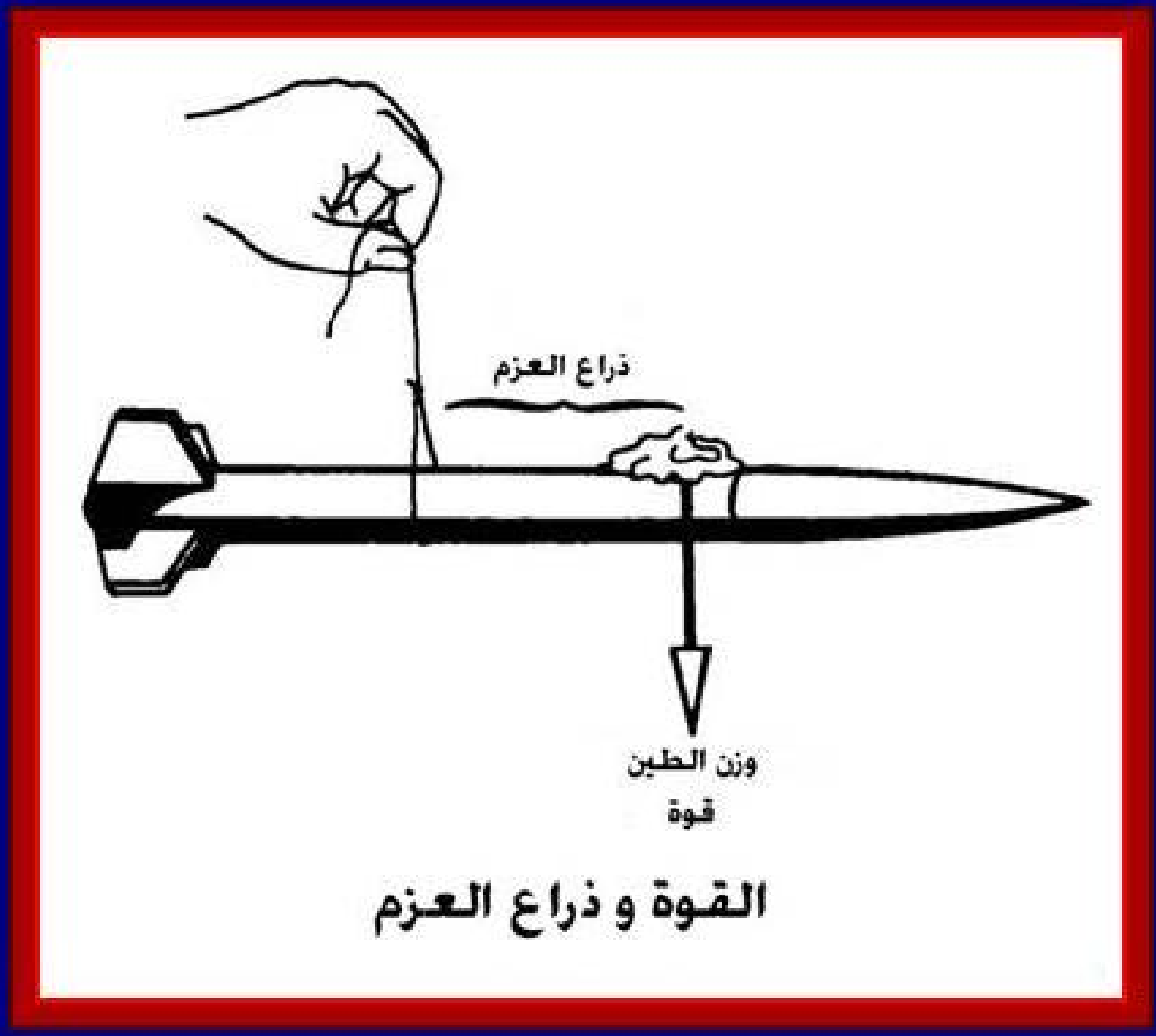
إن المسافة الفاصلة بين مركز إتزان بدن الصاروخ و الثقل المضاف
تدعي ذراع العزم
و طول هذا الذراع مضروبا في وزن المادة
مما سيتسبب في تحرك مكان نقطة إتزان الصاروخ
و مما
سيتسبب في إحداث قوة مؤثرة علي ميزان طيران الصاروخ



مما يسبب أختلالا في ميزان
أستواء الصاروخ نحو الذيل



لكي يعود الأتزان سننحرك نقطة الأتزان
نحو الخلف مما سيتسبب في مشاكل أثناء الطيران



القوة و ذراع العزم

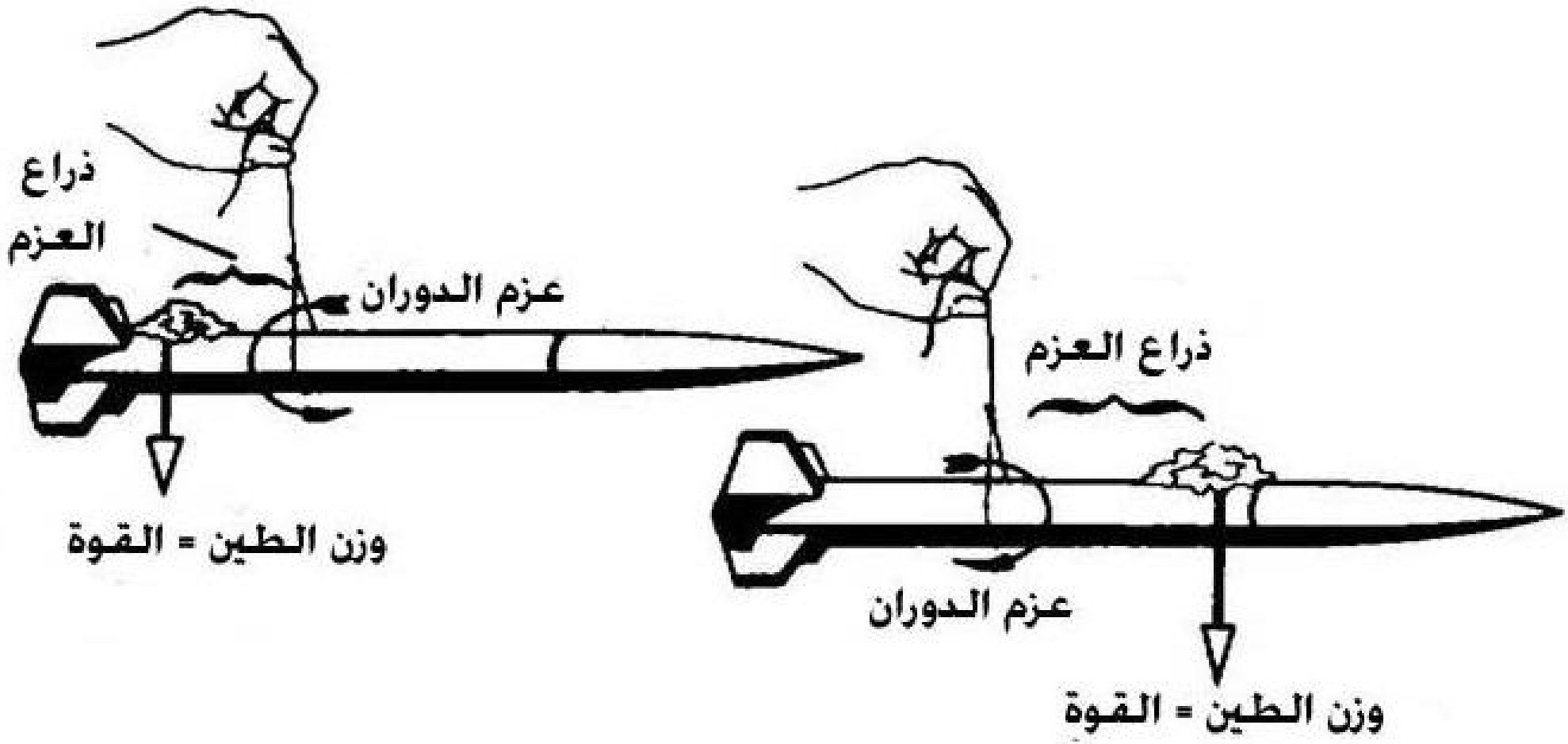
و كلما تحرك الوزن نحو الأطراف كلما إزداد ذراع العزم

و كلما زادت قوة عدم الأتزان

و رياضياً

حجم عزم الدوران (اللف الزاوي) يكون ناتجا عن الوزن × طول ذراع العزم

العـزوم = القـوة (الـوزن - الـطين) × ذراع العـزم



إن العزم الزاوي = (القوة – وزن الطين x ذراع العزم)

و للعزم الزاوي اتجاه في الدوران حول المحور الرأسي لبدن الصاروخ

مع أو ضد لأتجاه عقارب الساعه

و لهذه اللفات سرعة محددة تتناسب مع طول و قطر الصاروخ

فأذا تحرك مركز حفظ إتزان الصاروخ بسبب الأوزان غير المتكافئة

عمل ذلك علي أيجاد نقطتي أتزان

مما سيتسبب في أختلال في سرعة دوران نقدمة الصاروخ عن مؤخرته

و لكي يوازن الصاروخ ذلك أثناء الطيران

فأنه آي الصاروخ سيَطِيرُ في اتجاه

بينما أنفه المدبّبُ يكون في اتجاه مختلف

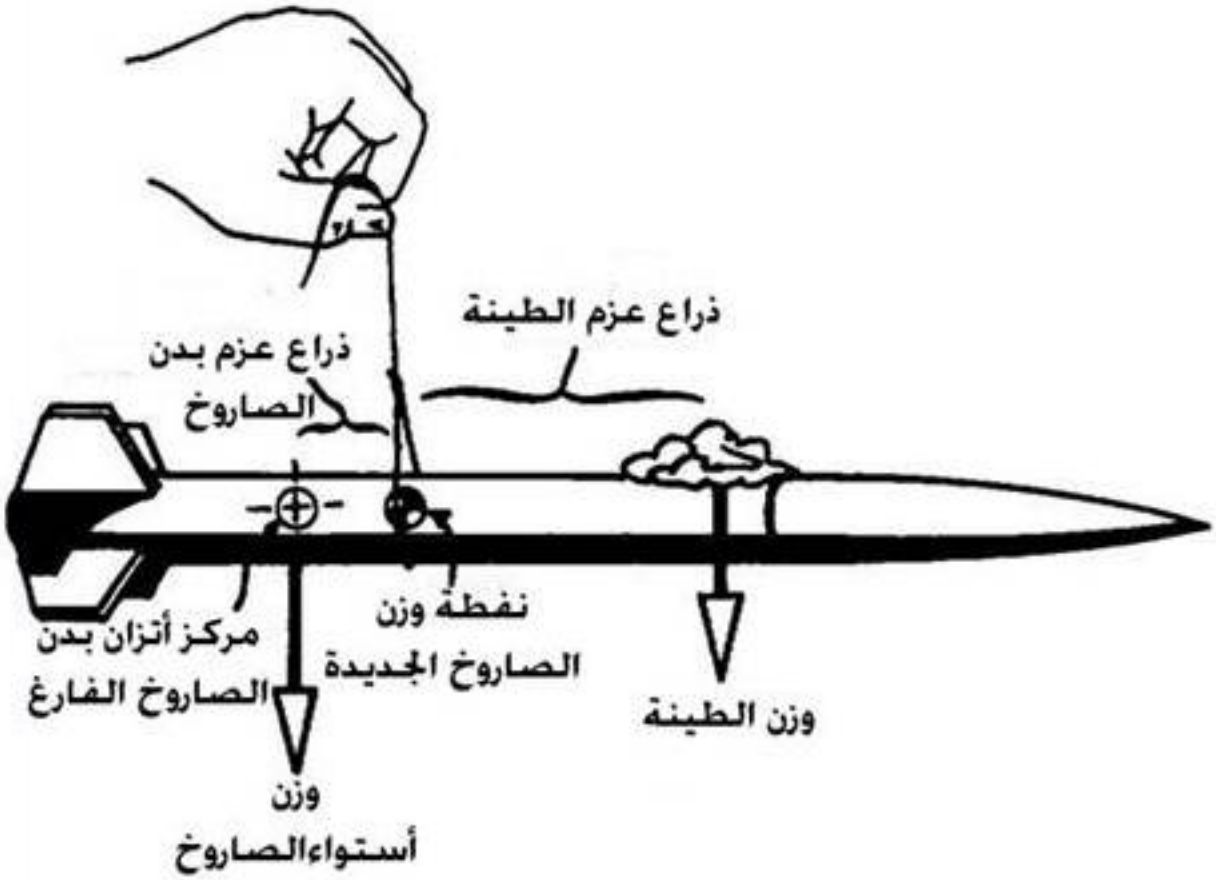
و هذا سيؤدي إلي وضع مزعج في الطيران

و سيؤدي إلي أنقلاب وضع الصاروخ خاصة إذا أزدادت زاوية إنقضاض الصاروخ علي الأفقي

أو في مواجهة الريح

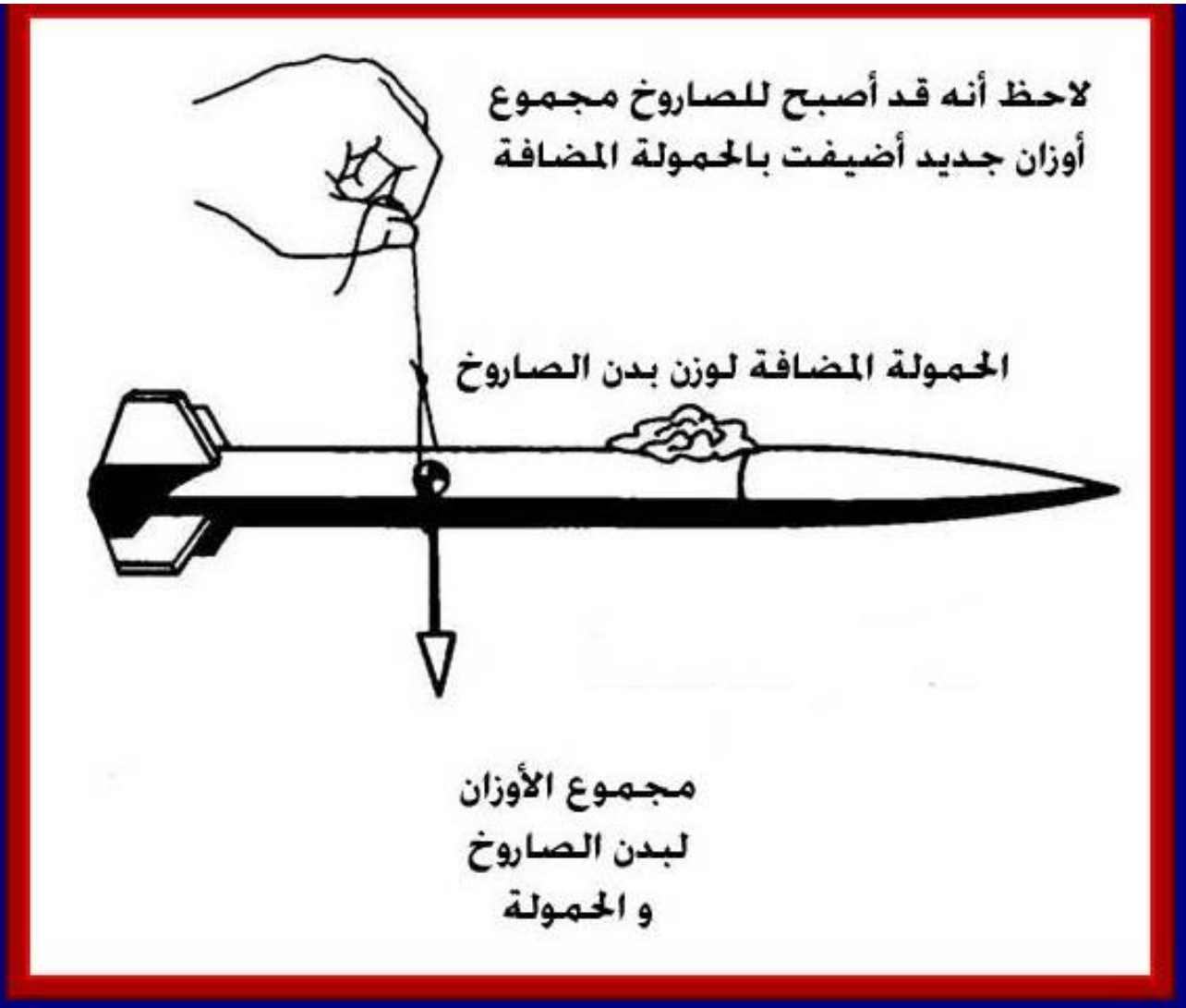
إذا ماذا نفعل لمواجهة هذا الوضع الجديد من أجل إحداث الأتزان المثالي

لأنطلاق الصاروخ



نقطة الاتزان الجديدة التي تحددها الموازاة بين ذراعي العزوم للإتجاهات المتقابلة لعزوم اللف الزاوي

$$\left(\begin{array}{c}\text{وزن}\\ \text{بدن}\\ \text{الصاروخ}\end{array}\right)\times\left(\begin{array}{c}\text{ذراع عزم}\\ \text{بدن الصاروخ}\end{array}\right)=\left(\begin{array}{c}\text{وزن}\\ \text{الطينة}\end{array}\right)\times\left(\begin{array}{c}\text{ذراع عزم}\\ \text{الطينة}\end{array}\right)$$



إنّ موقعَ الخيطِ الجديدِ = مركز الجاذبية للصاروخ

لذلك يجب أن تكون آي إضافة في الوزن نضيفها أمام مركز إتزان بدن الصاروخ مساوية لأضافة خلفها

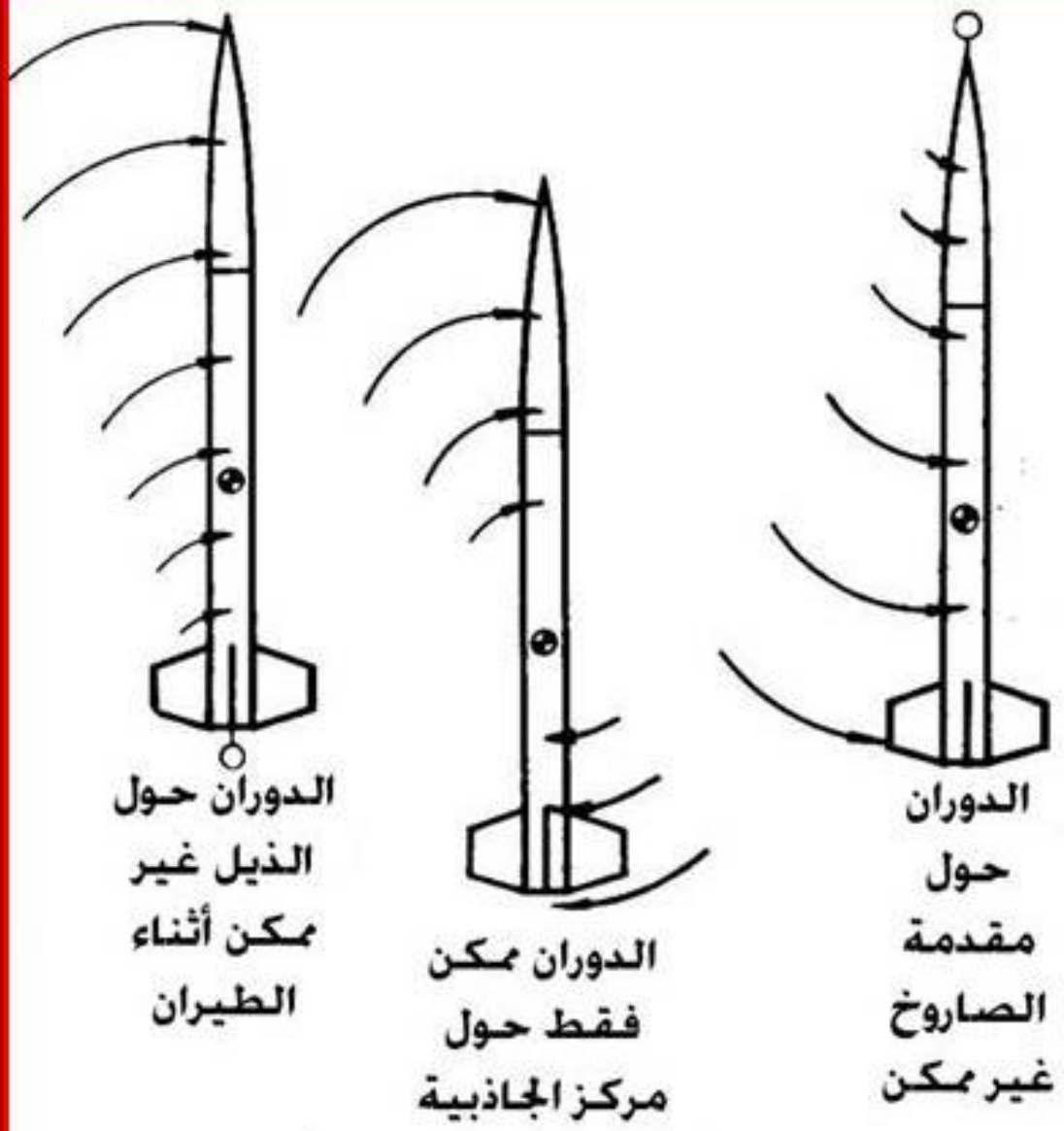
و هكذا

سَيَبْقى الصاروخ مستوي عندما تُعلّقُه مِن قِبل سي. جي .

لكن من المهم أن تدرك أن توزيع الأوزان حول مركز أتزان الصاروخ يرتبط بتوزيع مسافات الأوزان و ليس بالأوزان نفسها

هذه الفكرةِ نفسها سَتَكُونُ مستعملة إيضا في تَوضيح مركزِ الضغطِ

إنّ مركزَ الجاذبيةِ مهمٌ للإستقرارِ طيران الصاروخ
لأن الصاروخ عندما يطير حراً في الهواء
فإنه سَيَدُورُ فقط حول مركزِ الجاذبيةِ

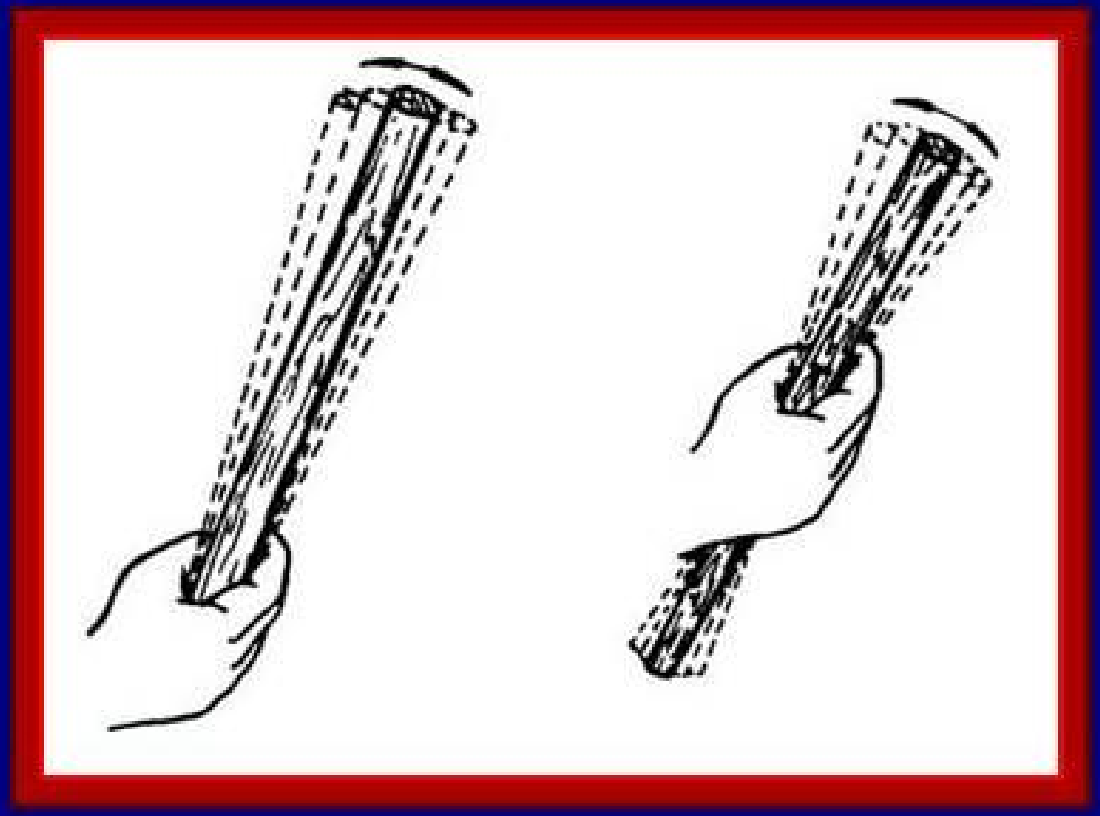


الدوران حول مركز الجاذبية

حجم قوة ضغطَ الهواء المُوَزَّعة على طولِ الصاروخِ وعلى الزعانفِ مُمَثَّل بواسطة الأسهمِ على طول قمةِ الصاروخِ
و ممثلة لقوة التدفق الجوي

ذلك أن الصاروه سَيَدُورُ طبيعياً حول محورِ خلال مركزِه مِنْ الجاذبيةِ
أي أن
الصاروح سَيَدُورُ حول سي . جي .

و ببسلطة لكي تعلم كيفبات ذلك
أمسك عودا من الحديد
و حركه يمنة و يساراً
و ستجد أنك إن قبضته من منتصفه أسهل من أن تقبضه من نهايته
و أروح لعضلات رسغك و قبضتك



يعتمد إستقرار إنطلاق صاروخٍ
علي

أولاً
موقع مركزِ جاذبيةِ صاروخ مُحدَّدُ بتوزيعِ وزنِ الصاروخِ

ثانياً
عندما يَطِيرُ الصاروخ طِيراناً حراً فإنه سيَدُورُ فقط حول مركزِ جاذبيتهِ

مركز الضغطِ

مركز الضغطِ (سي. بي .)

مشابه لمركزِ الجاذبيةِ فيماعدا تلك القوي المعقّدةِ

قوي ضغطَ الهواء التي يتصرّفُ وفقاً لها الصاروخِ حينما يطِيرُ = سي . بي .

و الذ يُمْكِنُ أنْ يُعرّفَ في نفس الوقت كسي. جي .

إنّ مركزَ ضغطِ الصاروخ هو نقطةُ إتزان كُلّ القوي بما فيها قوة ضغطَ الهواء على الصاروخِ ذلك

أن نفس قدر قوة ضغطِ الهواء سيوزّع من قبل مركز الضغطِ و يدفع نحو الخلف

في لحظاتِ

و ذلك يحدث بحيث

أنّ أقلّ كميةِ من الجُهدِ المطلوب

تبذل في سبيل تحقيق ذلك

و هذا قد أثبتَ رياضياً مِن قِبل السّيرِ دبليو . آر . هاملتن في أواخر القرن التاسع عشرِ

هذا المبدأِ الطبيعي الأساسي يُدْعَى مبدأ هاملتن