

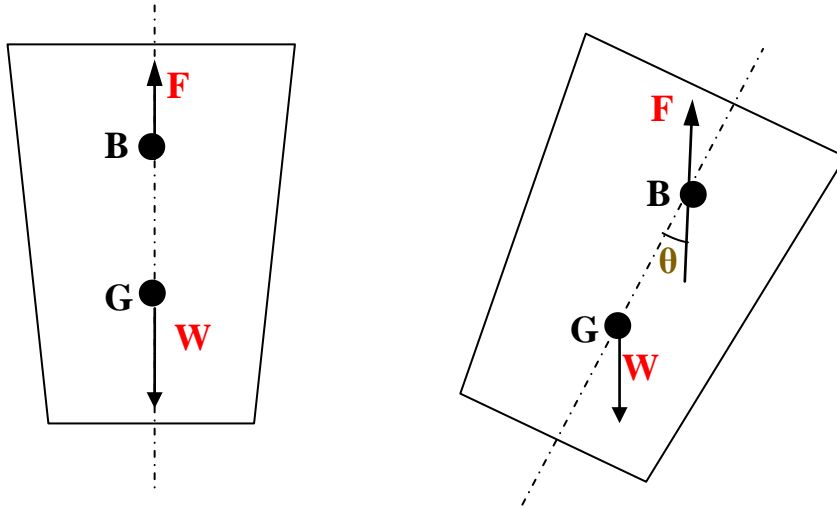
استقرار الأجسام الطافية:

ذكرنا أنه عندما يطفو جسم فوق سطح سائل، فإنه وفقاً لقاعدة أرخميدس سوف تؤثر على الجسم قوة دافعة تتجه نحو الأعلى وتساوي وزن السائل المزاح ويكون حجم السائل المزاح يساوي حجم الجزء المغمور من الجسم.

تتوقف حالة الاستقرار على موقع مركز ثقل الجسم (G) بالنسبة إلى موقع مركز ثقل المائع المزاح (B) والذي نسميه (مركز الطفو).

عندما يكون الجسم مغمور بالكامل:

يسبب انحراف الجسم بزاوية θ عن موقع التوازن عزمًا مقداره: القوة (الوزن) في الذراع.



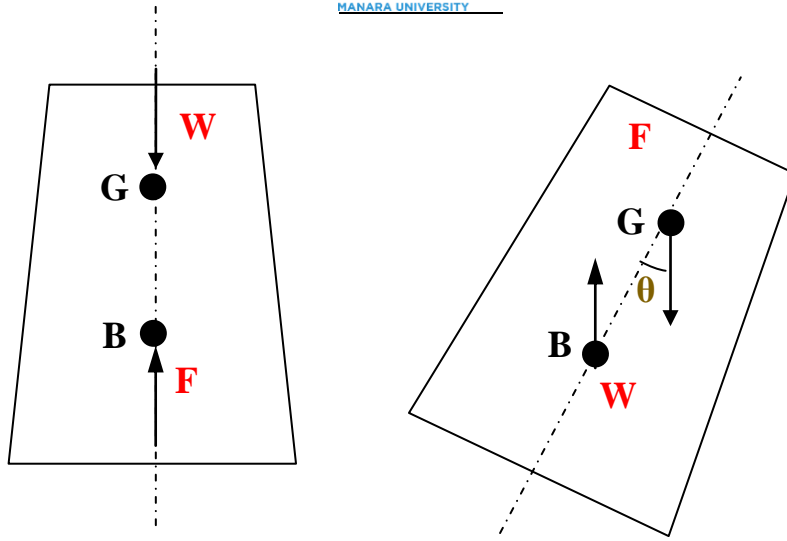
$$\text{Tag}\theta = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = \frac{\text{الذراع}}{BG} \Rightarrow \text{الذراع} = BG \cdot \text{Tag}\theta \approx BG \cdot \theta$$

(اعتبرنا أن $\theta \approx \text{Tag}\theta$ كون الزاوية θ صغيرة جداً)، وبالتالي يكون العزم يساوي:

$$\text{العزم} = W \cdot BG \cdot \theta$$

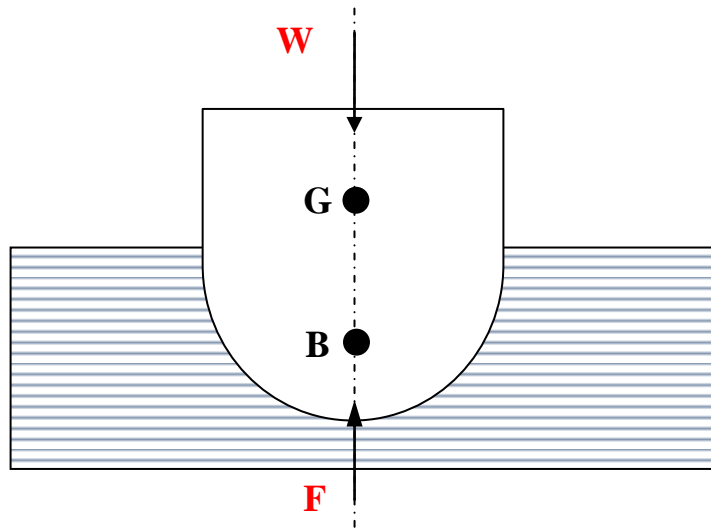
ونسميه عزم التقويم وهو يعمل على إعادة الجسم إلى حالة التوازن (يكون مركز الثقل أسفل مركز الطفو).

عندما يقع مركز ثقل الجسم أعلى مركز الطفو فالعزم هو عزم تدوير ويصبح الجسم غير مستقر.



عندما يكون الجسم مغمور جزئياً (طافياً):

عندما يقع مركز ثقل الجسم G ومركز الطفو B على نفس الاستقامة فإنه لا يتولد عزم.



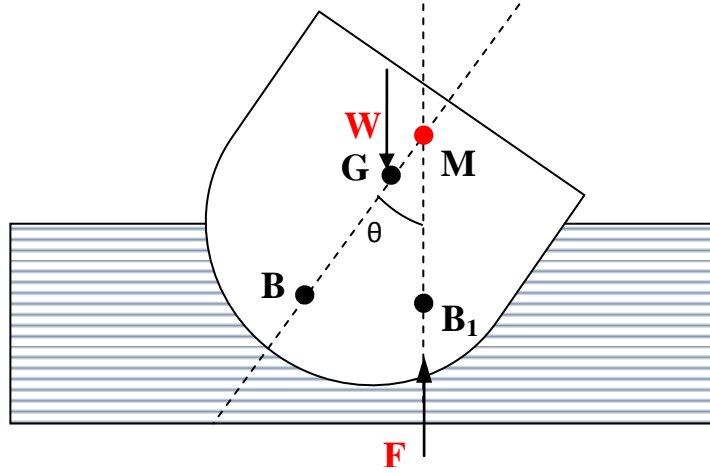
(مركز الطفو هو مركز ثقل السائل المزاح).

عندما يميل الجسم بزاوية θ فإن شكل حجم السائل المزاح سوف يتغير وتزداد كميته بجوار الجسم في جهة أكثر من الأخرى، ويصبح مركز ثقل الحجم المزاح هو B_1 بدلاً من B.

تؤثر القوة F في النقطة B_1 وتحاول تدويره إلى وضعه الأصلي.

يتقاطع الخط الشاقولي المار من النقطة B_1 مع المستقيم الواصل بين النقطتين B و G في النقطة M والتي تُدعى بالنقطة البينية (metacenter).

يكون الجسم مستقراً عندما تقع M أعلى G.



MG : المسافة البينية وهو المسافة بين مركز ثقل الجسم الطافي والنقطة البينية M حيث:

$$MG = BM - BG$$

$$MG = \frac{I_c}{V_s} - BG$$

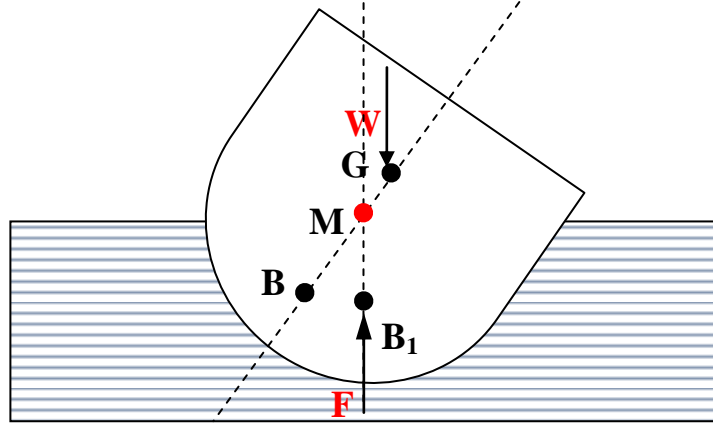
حيث:

$$BM = \frac{I_c}{V_s}$$

I_c : هو عزم العطالة حول محور الدوران، V_s : هو الحجم المغمور، BG : هو المسافة بين مركز الطفو الأساسي ومركز ثقل الجسم.

كما أنّ: $BB_1 = \frac{I_c \cdot \tan \theta}{V_s}$ (حيث θ زاوية الميلان بالدرجة).

عندما تقع النقطة M أسفل مركز الثقل G فإنّ الجسم يكون غير مستقراً، حيث ينشأ عزم تدوير يؤدي إلى قلب الجسم.



أنواع الاستقرار:

التوازن المستقر: يحدث عندما يميل الجسم تحت تأثير قوة خارجية ثم يعود إلى وضعه الأصلي ، وتقع النقطة M أعلى مركز الثقل G (أي يكون MG موجباً) وينشأ عزم تقويم.

التوازن غير المستقر: يفقد الجسم توازنه، وتقع النقطة M أسفل مركز الثقل G (أي يكون MG سالباً) وينشأ عزم تدوير يؤدي إلى قلب الجسم.

أي أنه عندما: $\frac{I_c}{V} > GB$ يكون الجسم مستقراً، وعندما $\frac{I_c}{V} < GB$ يكون الجسم غير مستقر.

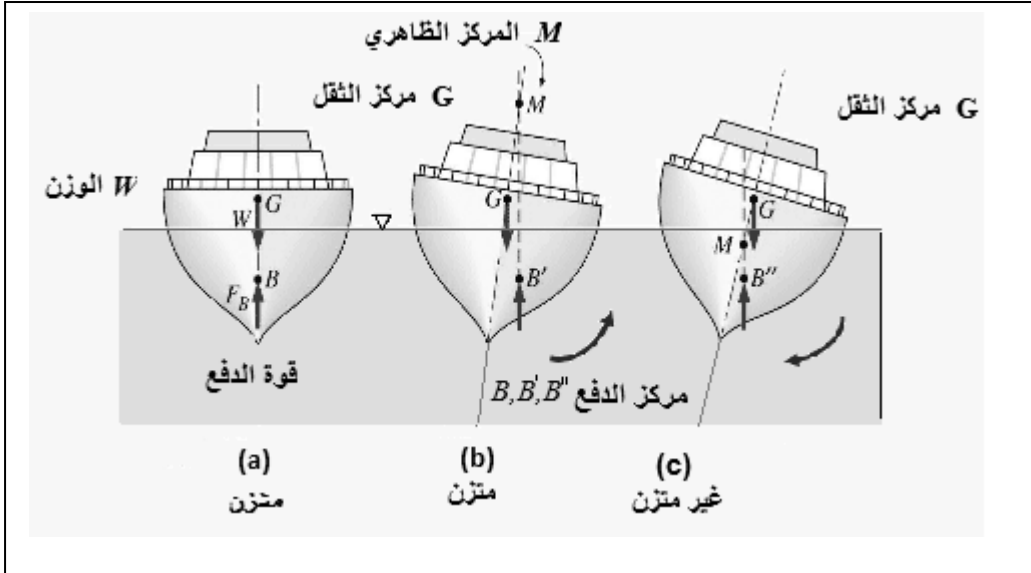
التوازن الحيادي: يحدث عندما يخضع الجسم لميلان صغير ويستقر في وضعه الجديد ولا يعود إلى وضعه الأصلي، وتكون النقطة M متطابقة مع مركز الثقل G.

مثلاً: بفرض أنّ الجسم الطافي عبارة عن سفينة كما هو مبين في الشكل (وأنّ مركز ثقل الجسم هو G) ومركز تطبيق قوة دافعة أرخميدس هو مركز ثقل السائل المزاح (B) .

عندما تميل السفينة، تعمل القوتان المؤثرتان عليها (قوة الدفع F_B والوزن W) على إعادتها إلى وضعها الأصلي، فمثلاً عندما تميل مع اتجاه عقارب الساعة نلاحظ أنّ مركز ثقل الماء المزاح يصبح عند (B) وتصبح قوة الدفع والوزن كأنّهما مزدوجة تعمل عكس عقارب الساعة من أجل إعادة السفينة إلى وضع الاستقرار (والطفو في هذه الحالة مستقر).



جَامِعَة
الْمَنَارَة
MANARA UNIVERSITY



طفو السفينة.