



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة المعلوماتية

الدراسة الفيزيائية للقارب الشعاعي

أسماء الطلاب:

نور الهدى نزار الحلبي

سلمى احسان طرابيه

هنادي محمد عامر الوتار

بيان محمد الحلبي

معتصم وليد قصاص

الفهرس

2.....	تعريف القارب الشراعي:
2.....	• مقارنة بين القارب الشراعي وقارب الصيد والغواصة من حيث الحركة:
2.....	• مقارنة من حيث الاستخدام:
3.....	تأثير حجم القارب ووزنه ومساحته وتأثيرهم على حركته:
4.....	الأجزاء الداخلية والخارجية للقارب الشراعي:
4.....	أنواع القوارب الشراعية:
5.....	العوامل الخارجية المؤثرة على حركة القارب الشراعي:
5.....	القوى والقوانين المؤثرة على القارب الشراعي:
7.....	التفاعل بين قوة الجاذبية وقوة الطفو:
10.....	القوانين المؤثرة على القارب الشراعي:
12.....	توابع الحركة:
14.....	التوازن:
15.....	الحركة:
15.....	التوقف:
16.....	الحالات الاضطرابية التي تواجه القارب:
17.....	إجراءات لتفادي الاصطدام:
17.....	الأعطال الميكانيكية:
18.....	المراجع:

تعريف القارب الشراعي:

هو سفينة تبحر في الماء بقوة الريح وباستخدام الأشرعة فقط حيث تستقبل الأشرعة المصنوعة من قماش والمعلقة على أعمدة خشبية أو معدنية تدعى الصواري طاقة الريح فتدفعها إلى الأمام أو إلى الخلف بحسب توجيهها تستخدم المراكب الشراعية اليوم لأغراض غير تجارية كالنزهة أو السباق أو الصيد وقد تجهز بعض المراكب الشراعية بأماكن للعيش تسمح للبحارة بقضاء مدة طويلة من الوقت في الماء.

مقارنة بين القارب الشراعي وقارب الصيد والغواصة من حيث الحركة:

***القارب الشراعي:** يعتمد على قوة الرياح لتحريكه حيث يستخدم أشرعته للإمساك بالرياح وتوجيه السفينة في اتجاه معين حيث يتم تغيير اتجاه وسرعة السفينة عن طريق تغيير زاوية الشراع.

***قارب الصيد:** تستخدم محركات داخلية مثل البخارية أو ديزل لتوليد قوة دافعة تحرك السفينة في الماء وهذه المحركات تستخدم لتزويد سفينة الصيد بالطاقة التي تستطيع استخدامها في التوجيه والانطلاق في أي اتجاه.

***الغواصة:** تعمل عن طريق استخدام محركات كهربائية أو ديزل لتوليد الحركة تستخدم الغواصة أجنحة تسمى الأفعى للتحكم في اتجاهاتها والانزلاق بسلاسة تحت الماء ويمكن للغواصة أن تتحرك بشكل رأسي وأفقي وبطيء أو بسرعة على عمق مختلف.

مقارنة من حيث الاستخدام:

***القارب الشراعي:** التنزه والإبحار.

***الغواصة:** في الأبحاث والتجارب والإنقاذ.

***قارب الصيد:** في صيد الأسماك (التجارة)

تأثير حجم القارب ووزنه ومساحته وتأثيرهم على حركته:

***حجم القارب:** هو أحد العوامل المؤثرة على القوة الرافعة للقارب في الماء ويمكن حسابه باستخدام الأبعاد الهندسية التالية:

رياضياً:

$$v = l \cdot w \cdot D$$

v: حجم القارب.

l: طول القارب .

w: عرض القارب .

D: عمق القارب .

***وزن القارب:** يعتمد وزن القارب على مواد صنع القارب وتجهيزاته.

رياضياً:

$$m = \rho \cdot v$$

m: وزن القارب.

ρ : كثافة.

v: حجم القارب.

***مساحة القارب:** تعتمد على الأبعاد الهندسية للقارب:

رياضياً:

$$d = l \cdot w$$

d: مساحة القارب.

l: طول القارب.

w: عرض القارب.

الأجزاء الداخلية والخارجية للقارب الشراعي:

* الأجزاء الداخلية للقارب:

- الهيكل الداخلي:** الجسم الرئيسي للقارب والذي يوفر الحماية والاستقرار.
- نظام الإبحار:** المجاديف والدفة والعامود الشراعي الذي يتحكم بالاتجاه.
- نظام التوازن:** يشمل الصواري والأشرعة التي تستقبل الرياح وتوجه القارب.
- نظام التحكم:** يحوي العديد من العناصر مثل البوصلة وجهاز الراديو وأجهزة الملاحة الأخرى.
- مقصورة الركاب:** المساحة المخصصة للركاب.

* الأجزاء الخارجية للقارب:

- الهيكل الخارجي:** الرسم الخارجي للقارب والذي يعزز التصميم الهيدروديناميكي.
- الشراع:** ألواح قماشية تقوم بالتقاط الرياح وتوجيه القارب.
- الصواري:** الأعمدة التي ترفع الأشرعة.
- الدفة:** الجزء المتحرك في الخلف الذي يتحكم باتجاه القارب.
- القاعدة:** الجزء السفلي للقارب الذي يغطي في الماء ويساعد على التوازن.
- العارضة السفلية:** هي الجزء المغمور في الماء والذي يؤثر على حركة القارب.

أنواع القوارب الشراعية:

- الدائري (lugger)
- قطبي (Ketch)
- التيرماران (Trimaran)
- المزدوج (Catamaran)
- الأحادي (Monohull Sailboat)

هناك العديد من أنواع القوارب الشراعية وتختلف بناءً على تصميمها واستخدامها.

العوامل الخارجية المؤثرة على حركة القارب الشراعي:

1. **سرعة الرياح واتجاهها:** سرعة الرياح تحدد مقدار القوة الدافعة التي تدفع القارب للأمام. أما الاتجاه فالرياح تتحكم باتجاه حركة القارب فالاتجاه الصحيح لها يمكن أن يمنح القارب دفعاً انسيابياً ويساعده في التحكم والتوجيه بشكل أفضل كما اتجاه الريح المعاكس يمكن أن يجعل من الصعب الشراعة أو تعليق الأشرعة.
2. **الضغط الجوي:** يمكن أن يؤثر على استقرار وتوازن القارب فارتفاع الضغط الجوي يعني رياح وأجواء هادئة بينما انخفاض الضغط الجوي يسبب رياح عالية وموجات كبيرة.
3. **درجة الحرارة:** تؤثر على كثافة الهواء بالتالي تؤثر على سرعة الرياح وقوتها وفي بعض الأحوال يمكن أن تسبب ظاهرة مثل العواصف الرعدية التي يجب على البحارة تجنبها.
4. **كثافة الهواء:** الهواء الكثيف يميل إلى توفير دعم أكبر للشراع مما يسمح بسرعات أعلى وعلى العكس الهواء الخفيف يمكن أن يقلل من قوة الدفع ويجعل القارب بطيء.
5. **حالة البحر:** تشير إلى حجم الموجات واتجاهها حيث الأمواج الكبيرة يمكن أن تؤثر على استقرار القارب وتجعله يتأرجح بشكل كبير مما يجعل الإبحار أكثر صعوبة وخطورة أما إذا كانت حالة البحر هادئة يصبح التحكم بالقارب أسهل.

_القوى والقوانين المؤثرة على القارب الشراعي

* قوة الجاذبية الأرضية:

تعمل باتجاه مركز الأرض وتعطي الأجسام وزنها فالجاذبية تساعد على إبقاء القارب مستقراً في الماء وتمنعه من الطفو والابتعاد عن سطح الماء.

القانون:

$$w=m.g$$

w: هي قوة ثقل القارب الشراعي وتقاس N
m: هي وزن القارب الشراعي ووحدتها في الجملة الدولية kg
g: تسارع الجاذبية الأرضية ووحدته في الجملة الدولية $m.s^{-2}$

* قوة الطفو (مبدأ أرخميدس)

مبدأ أرخميدس: أي جسم مغمور بشكل كلي أو جزئي في مائع سيتعرض لقوة تدفعه للأعلى مساوية لوزن المائع المزاح والقوة التي تدفعه تسمى قوة الطفو (كتلة المائع المزاح يجب أن تساوي كتلة الجسم المطلوب).

عندما يغمر القارب في الماء يزاح حجم من الماء يساوي حجم الجزء المغمور من القارب وفقاً لمبدأ أرخميدس هذا الحجم المزاح من الماء يتعرض لقوة دفع نحو جهة الأعلى تساوي وزن حجم المائع المزاح.

هذه القوة تعمل على موازنة وزن القارب والمحتويات الموجودة بداخله مما يمكن القارب من الطفو على سطح الماء.

إذاً دافعة أرخميدس هي قوة تدفع بها السوائل الأجسام المغمورة ويكون

→ B حاملها شاقولياً وجهته نحو الأعلى ونرمز لها بالرمز

إن شدة دافعة أرخميدس تساوي الفرق بين شدة ثقل الجسم وهو بالهواء wapp وشدة ثقل الجسم وهو مغمور بالسائل w

وهو ما ندعوه بالثقل الظاهري ويعبر عنها بالعلاقة:

$$B=W-W_{app}$$

تصمم السفن والقوارب حسب شكل القاعدة لتزيج أكبر قدر ممكن من الماء وتكون هذه المساحة معبئة بالهواء فيكون متوسط الكثافة للقارب أقل من كثافة الماء عند ذلك تطفو وتغرق السفن إذا تسرب لها الماء.

$$B=W_{liq}=\rho \cdot v \cdot g$$

ρ : هي كثافة السائل ووحدتها بالجملة الدولية $kg \cdot m^{-3}$

v : هو حجم المائع المزاح ووحدته بالجملة الدولية m^3

g : هو تسارع الجاذبية الأرضية ووحدته بالجملة الدولية $m \cdot s^{-2}$

* ومنه سوف نذكر مبدأ أرخميدس:

"إذا غمر جسم في سائل متوازن لا ينوب ولا يتفاعل معه فإن هذا السائل يؤثر بالجسم بقوة شاقولية متجهة نحو الأعلى (شدتها تساوي شدة ثقل السائل الذي أزاحه الجسم وشغل مكانه)."

* عكس مبدأ أرخميدس:

"كل جسم مغمور في سائل متوازن يؤثر على السائل بقوة حاملها شاقولي وجهتها للأسفل وشدتها تساوي شدة ثقل السائل المزاح."

* التفاعل بين قوة الجاذبية وقوة الطفو:

قوة الجاذبية تؤثر على الجسم المغمور في السائل وتجذبه للأسفل بقوة تساوي وزن الجسم.

أما دافعة أرخميدس تنص على أن القوة الرافعة المؤثرة على جسم مغمور في سائل يساوي شدة حجم السائل المزاح.

أي القوة الرافعة ترفع الجسم للأعلى بقوة تساوي وزن السائل المزاح فيكون التفاعل بينهم عندما يغمر جسم ماء بالسائل تؤثر قوة الجاذبية على الجسم لجذبه للأسفل في المقابل يولد هذا الأمر قوة رافعة ترفع الجسم للأعلى وتساوي وزن السائل المزاح.

إذا كان وزن السائل المزاح أكبر من وزن الجسم فإن القوة الرافعة تفوق قوة الجاذبية بالتالي يطفو الجسم على سطح الماء.

أما إذا كان وزن الجسم أكبر من وزن السائل المزاح فإن قوة الجاذبية تفوق القوة الرافعة بالتالي يغرق الجسم.

هذا التضامن هو الذي يحدد طفو الأجسام أو غرقها.

* قوة مقاومة الهواء:

تمثل مقاومة الهواء لحركة قارب له محور تناظر ويتحرك بحركة

انسحابية مستقيمة بقوة لها حامل شعاع سرعته وجهته بعكس جهة حركة القارب.

تنشأ قوة مقاومة الهواء عن نوعين من القوى:

1. **قوة الاحتكاك:** تنشأ عن لزوجة الهواء وهي السبب الرئيسي لنشوء مقاومة الهواء في حالة السرعات الصغيرة.

2. **قوة الضغط:** تنتج عن تفاوت الضغط بين مقدمة الجسم وخلفه وهي المسبب الرئيسي لنشوء مقاومة الهواء في حالة السرعات الكبيرة.

* العوامل التي تتوقف عليها قوة مقاومة الهواء:

1. **السطح:** تزداد المقاومة لازدياد السطح الظاهري وتتناسب طردياً معه.

2. **الشكل:** تختلف المقاومة باختلاف شكل جسم القارب وتنقص بالاقتراب من الشكل المغزلي الانسيابي للجسم.

3. **السرعة:** تزداد مقاومة الهواء بزيادة سرعة القارب.

4. **الكتلة الحجمية للهواء:** تختلف مقاومة الهواء بالكتلة الحجمية للهواء الذي يتحرك فيه القارب حيث إن مقاومة الهواء تتناسب طردياً مع الكتلة الحجمية للهواء.

* بناءً على الدراسة السابقة نتوصل لدستور مقاومة الهواء:

$$Fr = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot k \cdot s \cdot v^2$$

Fr: هي قوة مقاومة الهواء وتقاس N.

K: هو عدد ثابت لا واحدة له تتوقف قيمته على شكل الجسم ونعومة سطحه.

ρ : هو الكتلة الحجمية للهواء $kg \cdot m^{-3}$

s: هو مساحة السطح الظاهري للقارب m^2

v: هي سرعة القارب $m \cdot s^{-1}$

*قوة الرياح:

هي القوة الأساسية المؤثرة على القوارب الشراعية تنشأ عندما تصطدم الرياح بسطح الشراع وتتحول طاقة الرياح إلى حركة القارب

عندما تضرب الرياح الشراع يحدث تغيير في ضغط الهواء على جانبي الشراع مما يؤدي إلى تحريك القارب للأمام تعتمد كمية واتجاه هذه القوة على زاوية وموقع الشراع بالنسبة لاتجاه الريح.

1. من وراء السفينة مباشرةً: زيادة السرعة.

2. من مقدمة السفينة مباشرةً: يقلل سرعة السفينة.

3. من اليسار: تحريك إلى جهة اليمين مع عقارب الساعة زيادة خط السير.

4. من اليمين: تحريك إلى جهة اليسار عكس عقارب الساعة ويقلل خط السير.

رياضياً:

$$F_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 \cdot c_d$$

F_a : هي القوة الناتجة عن الرياح وواحدتها في الجملة الدولية N

ρ : كثافة الهواء وواحدتها في الجملة الدولية $kg \cdot m^{-3}$

A : مساحة السطح المعرض للرياح m^2

v : هي سرعة الرياح النسبية للشراع $m \cdot s^{-1}$

c_d : معامل السحب (الدفع) للجسم ليس لها واحدة

*قوة ممانعة الماء للقارب:

مقاومة مائع أو الإعاقة هي مصطلح يستخدم في علم ديناميكا الموائع يشير إلى القوى التي تعيق من مرور جسم خلال مادة مائعة (غاز أو سائل) مثل الماء أو الهواء تتناسب هذه الإعاقة طردياً مع سرعة الجسم في السائل.

ويمكننا حساب قوة ممانعة الماء للقارب رياضياً من خلال هذا القانون:

$$F_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A \cdot C_d$$

F_d : هي قوة مقاومة الماء للقارب وتقاس N

ρ : كثافة الماء وتقاس $kg \cdot m^{-3}$

v : سرعة القارب بالنسبة للماء وتقاس $m \cdot s^{-1}$

A : مساحة جسم القارب الذي تتعرض للماء وتقاس m^2

C_d : معامل المقاومة لشكل الجسم ليس له واحدة.

القوانين المؤثرة على القارب الشراعي:

قانون نيوتن الأول قانون العطالة (قانون القصور الذاتي):

إذا تحرك القارب حركة مستقيمة منتظمة فينطبق عليه قانون نيوتن الأول وهو أن محصلة القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة القارب معدومة فالقوى هي (قوة الرياح وقوة مقاومة الهواء وقوة الطفو وقوة الجاذبية وقوة ممانعة الماء) فيصبح القانون:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{F}_r + \vec{F}_d + \vec{F}_a + \vec{W} + \vec{B} = 0$$

بالإسقاط على محور X يوازي البحر وله جهة حركة القارب

$$F_d + F_r + F_a + 0 + 0 = 0$$

ملاحظة: إذا انعدمت محصلة القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة القارب فإن مركز عطالة القارب يبقى ساكناً إذا كان بالأصل ساكناً و إذا كان متحركاً تصبح حركته مستقيمة منتظمة .

*أما إذا خضع مركز عطالة القارب لقوة خارجية ثابتة منحى وجهة وشدة اكتسب تسارع ثابت يتناسب طردياً مع شدة محصلته الخارجية المؤثرة وله منحى وجهة ذاتها وهذا قانون نيوتن الثاني.



هذا القانون يوضح تأثير الكتلة في حركة الأجسام: _ إذا كانت كتلة الجسم المتحرك كبيرة ستتنقص من شدة التسارع _ إذا كانت صغيرة سوف تزيد من شدة التسارع.
كما يوضح تأثير القوة في حركة الأجسام: _ فإذا كانت القوة المطبقة على مركز عطالة القارب كبيرة ستكون شدة التسارع كبيرة.
_ وإذا كانت القوة المطبقة على مركز عطالة القارب صغيرة ستكون شدة التسارع صغيرة.

رياضياً:

$$\sum \vec{F} = m * \vec{a}$$

$\sum \vec{F}$: هي محصلة القوى المؤثرة وتقاس N.

\vec{a} : هو تسارع الجاذبية الأرضية ويقاس $m.s^{-2}$.

m : هي كتلة القارب وتقاس kg.

$$\vec{a} = \sum \vec{F} / m$$

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow$$

$$Fr + Fd + Fa + w + B = m.a$$

بالإسقاط على محور X يوازي البحر وله جهة حركة القارب

$$Fr + Fd + Fa + 0 + 0 = m.a$$

توابع الحركة:

نقول عن القارب أنه يتحرك حركة مستقيمة منتظمة إذا كان مساره مستقيم وحافظت سرعته على قيمة ثابتة بالتالي التسارع معدوم.

التابع الزمني في الحركة المستقيمة المنتظمة (تابع الفاصلة): هو التابع الذي يصف تغيرات الفاصلة بتغير الزمن ليكن مبدأ القياس (0) من محور موجه منطبق على المسار المستقيم ولتكن x_0 الفاصلة في اللحظة $t=0$ و x الفاصلة في اللحظة t

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$V = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

$$V = \frac{x - x_0}{t - 0}$$

$$X = vt + x_0$$

وهو تابع إيجاد الفاصلة في لحظة معينة.

أما في حال تغيرت سرعة القارب في لحظة معينة زادت أو نقصت فهذا لم يعد التسارع معدوم بل أصبح له قيمة نستطيع إيجاده من هذا القانون:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

وندعو هذه الحركة

مستقيمة متغيرة بانتظام.

في حال كانت قيمة التسارع
موجبة هذا يعني أنه زادت
سرعة القارب أما في حال
كانت قيمته سالبة فتكون
نقصت سرعة القارب.

*الدراسة الحركية:

إن حركة القارب تعتمد على أمرين:

1. وجود الشراع:

وهو مصمم بحيث يحاكي شكل جناح الطائرة والذي يكون ضغط الهواء أسفله أعلى من الضغط أعلاه وبالتالي ضغط الهواء في الأسفل سوف يدفع الجناح في الأعلى بينما الضغط في الأعلى سوف يدفع الجناح للأسفل.
وعندما تتحرك الطائرة تكون قوة دفع الجناح للأعلى أكثر من قوة دفع الجناح إلى الأسفل وهذا الفرق في الضغط يسمى قوة الدفع.

2. وجود العارضة السفلية:

وهي جزء من هيكل السفينة بارز للأسفل ومهمته توفير القوة المعاكسة اللازمة لمقاومة الحركة الجانبية للمركب تحت تأثير الرياح.

(توضيح)

عند ابحار القارب ستشكل الماء قوتين على هيكل السفينة وعارضتها السفلية قوة توازي اتجاه حركة الماء بالنسبة للقارب، ولكن عكس اتجاهها لذلك ستدفع القارب للخلف وأخرى ستكون عامودية على اتجاه سرعة الماء وسوف تعمل على إزاحة القارب جانبا وهذه قوتين سيكون لهما محصلة اتجاه ومقدار معين وإذا قمنا بجمع محصلة القوة المؤثرة على الشراع والقوة المؤثرة على العارضة ستكون القوة الناتجة في قوة الدفع.

*الحالات الحركية:

التوازن

يعتمد على عدة عوامل بما في ذلك:

- توازن الكتلة:

يجب أن يتوازن وزن القارب ومحتوياته بشكل صحيح داخل الماء، وعادة ما يتم توزيع الحمولة على الجانبين الأيمن والأيسر ليتوازن القارب.

- توازن الشراع:

يجب أن يكون الشراع موجه ومتوازن بشكل صحيح بالنسبة الى اتجاه وقوة الرياح

- توازن القوة:

يجب أن تكون القوة المؤثرة على القارب بما في ذلك قوة الدفع المتولدة من الشراع وقوة المقاومة مثل ممانعة الماء متوازنة بشكل صحيح لضمان حركة مستقرة وفعالة.

- توازن الحركة:

يجب أن يتحكم البحارة في حركة القارب بشكل دقيق لمنع أي حركات غير مرغوب فيها تؤثر على التوازن (الانحراف-الجانب الزائد-التموج)

- توازن الطاقة:

يتعين على البحارة استخدام الطاقة بشكل فعال للحفاظ على توازن القارب وتحقيق أداء مستدام.

الحركة

تعتمد الحركة بشكل أساسي على زاوية شراعه:

الإبحار عكس اتجاه الريح:

يتخذ القارب طريق متعرج بزاوية 45 نحو اتجاه الريح وعلى القارب أن يبحر في خط متعرج لأنه إذا أبحر مباشرة ضد الريح فإن الشراع يرفرف بشكل عاصف و يكون عديم الفائدة.

الإبحار عبر الريح:

و يسمى (الوصول أو الإبحار مقابل لمنتصف جانب القارب) يمكن للقارب عادة أن يبحر بالمناورة عبر الريح أسرع من أي مناورة أخرى

الإبحار مع الريح:

ويسمى الاندفاع وهو أبطأ مناورة أساسية ,يكون الشراع في زاوية قائمة 90 درجة تقريباً مع اتجاه حركة القارب حيث تكون مقاومة الريح كبيرة.

التوقف

تأتي مرحلة التوقف عندما يصبح اتجاه الريح مباشرة نحو القارب وفي هذه المرحلة يصبح من الصعب على القارب الاستمرار بالتقدم بفعالية باستخدام الشراع وهذه من المناورات الأساسية.

تحدث مرحلة التوقف عندما يتحرك القارب بزاوية معينة مع الرياح وتصبح الرياح عكسية بشكل مباشر.

أثناء مرحلة التوقف يقوم البحارة بتعديل زاوية الشراع بشكل متكرر و يبحثون عن أنسب زاوية للشراع تسمح بالحفظ على الثبات أو التحرك ببطئ في اتجاه معين 45 درجة كأفضل زاوية.

*الحالات الاضطرارية التي تواجه القارب:

- أمواج عالية ورياح قوية:

عندما ترتفع الأمواج بشكل كبير وتزداد قوة الرياح أثناء سير القارب الشراعي يجب اتخاذ بعض التدابير لضمان السلامة:

(1) تقليل مساحة الشراع

(2) تغيير اتجاه السير

(3) استخدام ملابس وأدوات واقية

(4) التحكم بالسرعة

(5) التواصل مع خدمات الإنقاذ

- الاصطدام بجسم آخر:

عند الصدم القارب بأي جسم اخر تتأثر القوة التي تؤثر على القارب بشكل كبير وتشمل هذه القوة:

قوة الاصطدام: عندما يصطدم القارب بجسم اخر يحدث تأثير قوة يسمى الاصطدام يؤدي الى تغيير اتجاه وسرعة القارب.

قوة الطفو: تتأثر قوة الطفو التي تحافظ على توازن و استقرار القارب.

قوة التحكم: فقدان التحكم باتجاه و حركة القارب مما يزيد من صعوبة إعادة القارب الى مساره.

قوة التأثير على الركاب

قوة التأثير على أجزاء القارب.

إجراءات لتفادي الاصطدام:

- (1) تغيير خط السير
- (2) تغيير السرعة
- (3) تغيير خط السير والسرعة معا

الأعطال الميكانيكية:

- (1) تلف الأشرطة.
- (2) تسرب الماء للقارب.
- (3) تلف الهيكل نتيجة الاستخدام السيء.
- (4) مشاكل في نظام التوجيه.

المراجع

كتب:

- _ كتاب الفيزياء للصف الأول الثانوي المنهاج السوري.
- _ كتاب الفيزياء للصف الثاني الثانوي المنهاج السوري.

مواقع:

[https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A5%D8%A8%D8%AD%D8%A7%D8%B1_\(%D8%B1%D9%8A%D8%A7%D8%B6%D8%A9\)](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A5%D8%A8%D8%AD%D8%A7%D8%B1_(%D8%B1%D9%8A%D8%A7%D8%B6%D8%A9))

<https://arab-ency.com.sy/ency/details/10081/18>

فيديوهات:

<https://youtu.be/bmTBfMLhjD8?si=B0EGsWB3biWrpAOM>
<https://youtu.be/FCcKeOmYHFY?si=cKWxzuuHVkwXxCBZ>