



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة المعلوماتية

السنة الثالثة

مشروع الحسابات العلمية

محاكاة حركة قارب بمحرك عادي

أحمد عواد عيد

امل محمد شعبان

محمد خالد قطيش

سنا خالد الخوص

نور الدين محمد البندقجي

دانيه محمد عادل دالاتي

بإشراف : م.محمد حسّان شلهوم

الفهرس

- 1- المقدمة.....3
- 2 - أنواع القوارب بمحركّات عاديّة.....4
- 3-مكوّنات القارب 5,4
- 4-هندسة القارب.....6
- 5-تصميم القارب 7
- 6-المفاهيم الفيزيائيّة 9
- 7-القوى المؤثّرة في قارب بمحرّك عادي..... 10
- 8-الصّدْم.....17
- 9-حركة القارب على المحاور.....20
- 10-مبدأ برنولي 24
- 11-عوامل تأثير الأمواج على القارب.....28
- 12-معادلات الحركة.....31
- 13-الدّراسة الرّياضيّة.....33
- 14-الدّراسة الخوارزميّة.....36
- 15-صعوبات الدّراسة ونتائجها.....40
- 16-تقسيم العمل.....40
- 17-صور توضيحية.....41
- 18-المراجع.....42

بفضل تطوّر التكنولوجيا، أصبحت محاكاة الظواهر الطّبيعيّة والأنظمة البيئية وسيلة قويّة لاستكشاف وفهم التفاعلات المعقّدة بين المتغيّرات المختلفة. يأتي مشروع محاكاة حركة قارب بمحرك عاديّ ضمن هذا السّياق حيث يهدف الى تقديم تجربة علميّة واقعيّة تعمل على توضيح مفاهيم الفيزياء والهندسة المرتبطة بحركة الجسم في وسط الماء تعد دراسة حركة القوارب امرا معقدا نتيجة لتأثير عوامل متعددة. يهدف هذا المشروع الى انشاء نموذج افتراضي يمكنه محاكاة حركة القارب مما يتيح للباحثين والمهتمين فهم التفاعلات بين المتغيرات وتأثيرها على حركة القارب . سيتضمن النموذج عوامل متغيّرة مثل(دراسة حالات الحركة والسّكون والقوى المؤثرة على القارب) مما يمكننا من مشاهدة تأثير كل هذه المتغيرات على مسار وحركة القارب سيساهم هذا العمل في توسيع افاق المعرفة وتعميق الفهم للظواهر العلمية ،مما يعزز قدرتنا على التعامل مع تحديات ومشاكل العالم الحديث بشكل أكثر مسؤولية وابداع.



أنواع القوارب بالمحركات العادية :

أنواع القوارب ذات المحركات العادية متنوعة، وتعتمد على الغرض من استخدامها، حجمها، تصميمها، ونوع المحرك الذي تستخدمه.

فيما يلي بعض الأنواع الشائعة للقوارب:

قوارب الصيد: مصممة لتكون مستقرة وواسعة لتوفير مساحة كافية للصيد وحمل الأدوات.

زوارق السرعة: تستخدم عادةً للرياضيات المائية والترفيه وتتميز بمحركات قوية للوصول إلى سرعات عالية.

قوارب الكاياك بمحركات: هي قوارب كاياك تم تعديلها لتحمل محركات صغيرة لتسهيل التنقل.

يخوت السيارات: قوارب فاخرة مزودة بمحركات كبيرة ومرافق معيشية متكاملة.

قوارب العمل: مثل قوارب النقل، قوارب الإنقاذ، وقوارب الدوريات، مصممة لأداء وظائف محددة .

قوارب الرحلات النهرية: مصممة للسفر في الأنهار والقنوات، وعادة ما تكون مجهزة بمحركات تتناسب مع البيئة البحرية.

قوارب النقل السياحي: تستخدم لنقل السياح وعادةً ما تكون مريحة وتتسع لعدد كبير من الركاب .

قوارب الصيد التجاري: مصممة لحمل كميات كبيرة من الأسماك ومجهزة بمعدات خاصة للصيد التجاري.

قوارب الإنقاذ: مصممة للسرعة والاستجابة السريعة وغالبًا ما تكون مجهزة بمعدات خاصة لعمليات الإنقاذ.

و أمّا عن مكوّنات القارب فالقارب ذو المحرك العادي يتكوّن :

الهيكل (البدن): الجزء الرئيسي للقارب الذي يوفر الطفو ويحدّد شكل القارب وحجمه.

المحرك: يمكن أن يكون محرك خارجي أو داخلي، وهو المسؤول عن توفير القوة الدافعة للقارب.

نظام الدّفع: يشمل الدّقة والمروحة (البروبيلر) التي تحوّل الطّاقة الميكانيكية من المحرك إلى قوّة دافعة في الماء.

نظام التّوجيه: يتكوّن من الدّقة وعجلة القيادة أو ذراع التّحكّم التي تسمح بتغيير اتّجاه القارب.

نظام الوقود: يشمل خزان الوقود الأنابيب والفلاتر ومضخّة الوقود التي تنقل الوقود إلى المحرّك.

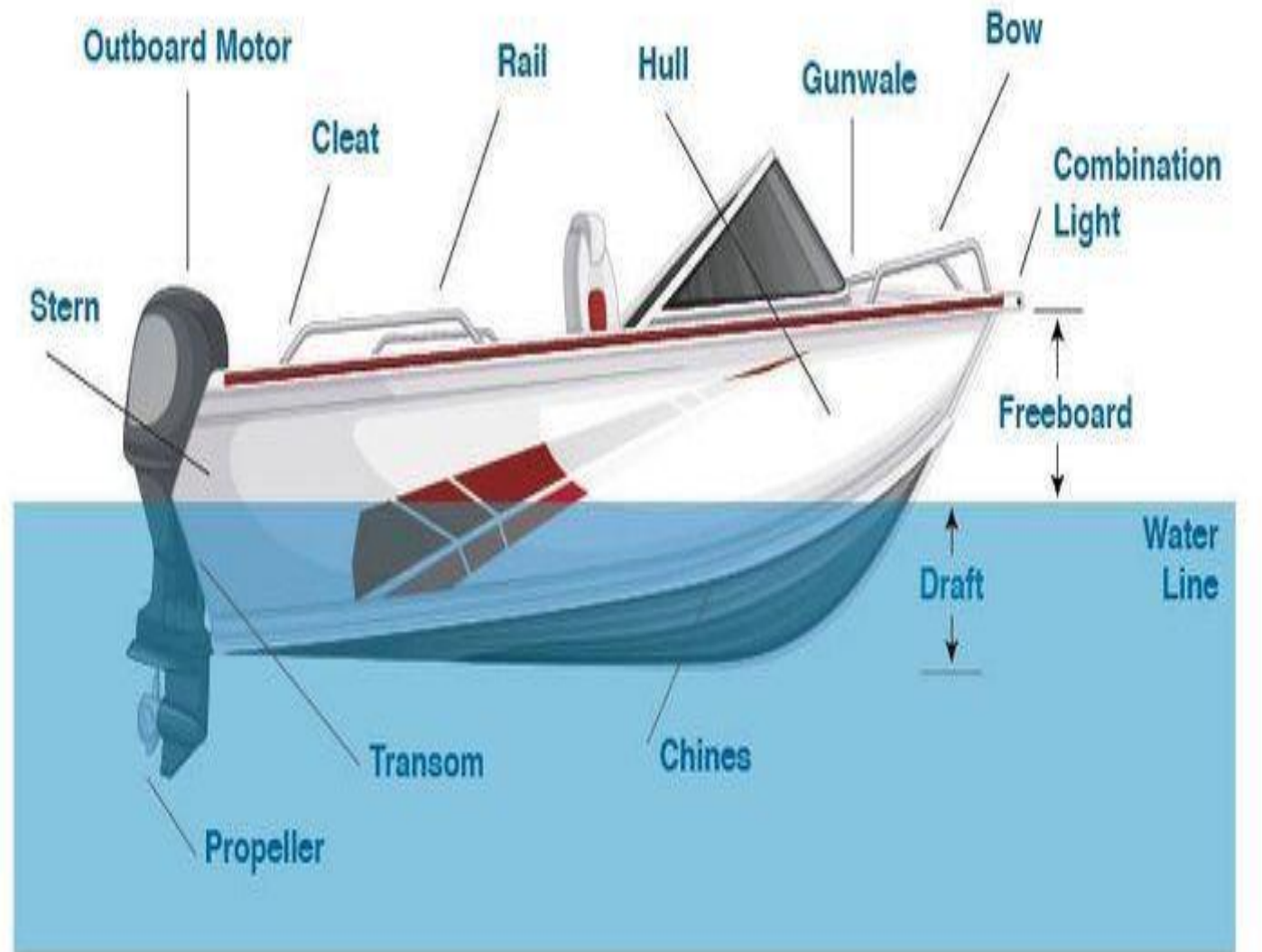
البطاريّة: توفر الطّاقة الكهربائيّة لتشغيل المحرّك والأنظمة الكهربائيّة الأخرى على متن القارب.

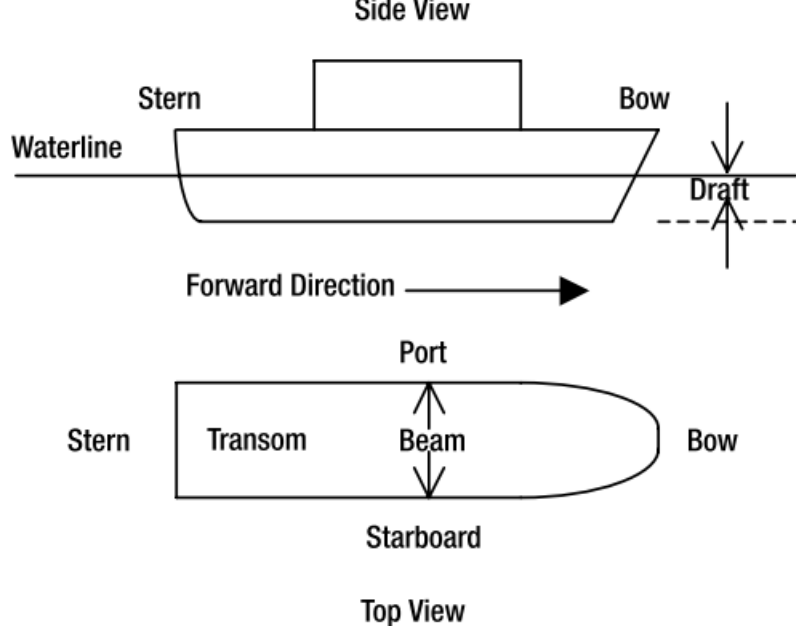
أنظمة الأمان: تشمل سترات النّجاة، طفايات الحريق، ومعدّات الإسعافات الأوليّة.

وأحيانًا الرادار. VHF8 ، راديو GPS أجهزة المالحة والاتّصال: مثل البوصلة،

أنظمة الكهرباء: تشمل الأضواء، أجهزة الصّوت، وغيرها من الأجهزة الكهربائيّة

BOAT TERMINOLOGY





هناك مصطلحات متخصصة لكل جزء من هندسة القارب:

مثلا نرى السّهم في الشّكل المجاور يشير الى الحركة الاماميّة للقارب.

:Beam

عرض القارب.

:Bow

الجزء الأماميّ من القارب.

:Displacement

وزن الماء الذي يتم تشريده بواسطة القارب.

: Draft

عمق القارب تحت خطّ الماء. يستخدم أيضاً لوصف عمق الماء اللازم لتطفو القارب.

:Hull

الغلاف الخارجيّ للقارب.

: Knot

وحدة للسرّعة تستخدم عادة للقوارب. 1 عقدة = 0.514 م/ث = 1.852 كم/ساعة

: Port

الجانب الأيسر من القارب عندما تكون الواجهة مواجهة الأمام.

:Starbord

الجانب الأيمن من القارب عندما تكون الواجهة مواجهة الأمام.

:Stern

الجزء الخلفيّ من القارب.

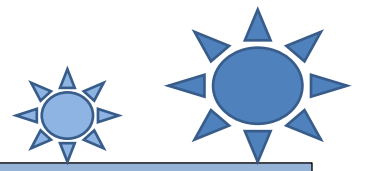
:Transom

الجزء الخلفي المسطّح، الرّأسيّ (أو شبه الرّأسي) للهيكل.

تصميم القارب

الشكل الانسيابي للقارب بمحرك عادي يُعتبر تصميمًا مثاليًا لتحقيق أقصى كفاءة أثناء الحركة في الماء، وهناك عدّة أسباب علميّة وهندسيّة لهذا الاختيار:

- 1-تقليل المقاومة المائيّة: الشّكل الانسيابي يُقلّل من المقاومة التي يواجهها القارب عند الحركة في الماء. المقاومة المائيّة تأتي بشكل أساسي من مقاومة الشكل ومقاومة الاحتكاك. الشّكل الانسيابي يُقلّل من مقاومة الشّكل بتقليل الاضطرابات المائيّة حول القارب.
 - 2-كفاءة الطّاقة: بما أنّ الشّكل الانسيابي يُقلّل المقاومة، فإنّ القارب يحتاج إلى طاقة أقلّ للتّحرك بسرعة معيّنة، مما يجعل القارب أكثر كفاءة في استهلاك الوقود.
 - 3-زيادة السّرعة: القوارب ذات الأشكال الانسيابيّة يمكن أن تحقّق سرعات أعلى مقارنة بالقوارب ذات الأشكال الأقلّ انسيابيّة، لأنها تواجه مقاومة أقلّ في الماء.
 - 4-الاستقرار: الشكل الانسيابي يُحسّن من استقرار القارب على الماء، مما يساعد على تحسين التّحكّم والمناورة.
 - 5-تقليل الأمواج المتولّدة: القوارب ذات الأشكال الانسيابيّة تُقلّل من حجم الأمواج التي تتولّد عند الحركة، مما يقلّل من التّأثير السلبيّ على البيئة المائيّة والقوارب الأخرى.
 - 6-تحسين الأداء في ظروف مختلفة: الشكل الانسيابي يُحسن من قدرة القارب على التعامل مع ظروف الماء المختلفة، بما في ذلك الأمواج والتيارات.
- بشكل عام، الشكل الانسيابيّ هو نتيجة لتطبيق مبادئ الديناميكا المائيّة والهندسة لتحسين أداء القارب وكفاءته.



الفاير جلاس هو نوع من المواد المركبة المصنوعة من الألياف الزجاجية المعروفة بمتانتها وخفة وزنها. يتم استخدام الفاير جلاس في مجموعة واسعة تستخدم هذه المادة للطلاء. من الصناعات والتطبيقات بسبب خصائصه المميزة القوارب نظرا لتقليل للاحتكاك بين القارب و الماء و القارب و الهواء كما يُعتبر الفاير جلاس منتجاً صديقاً للبيئة وقابلاً لإعادة التدوير.

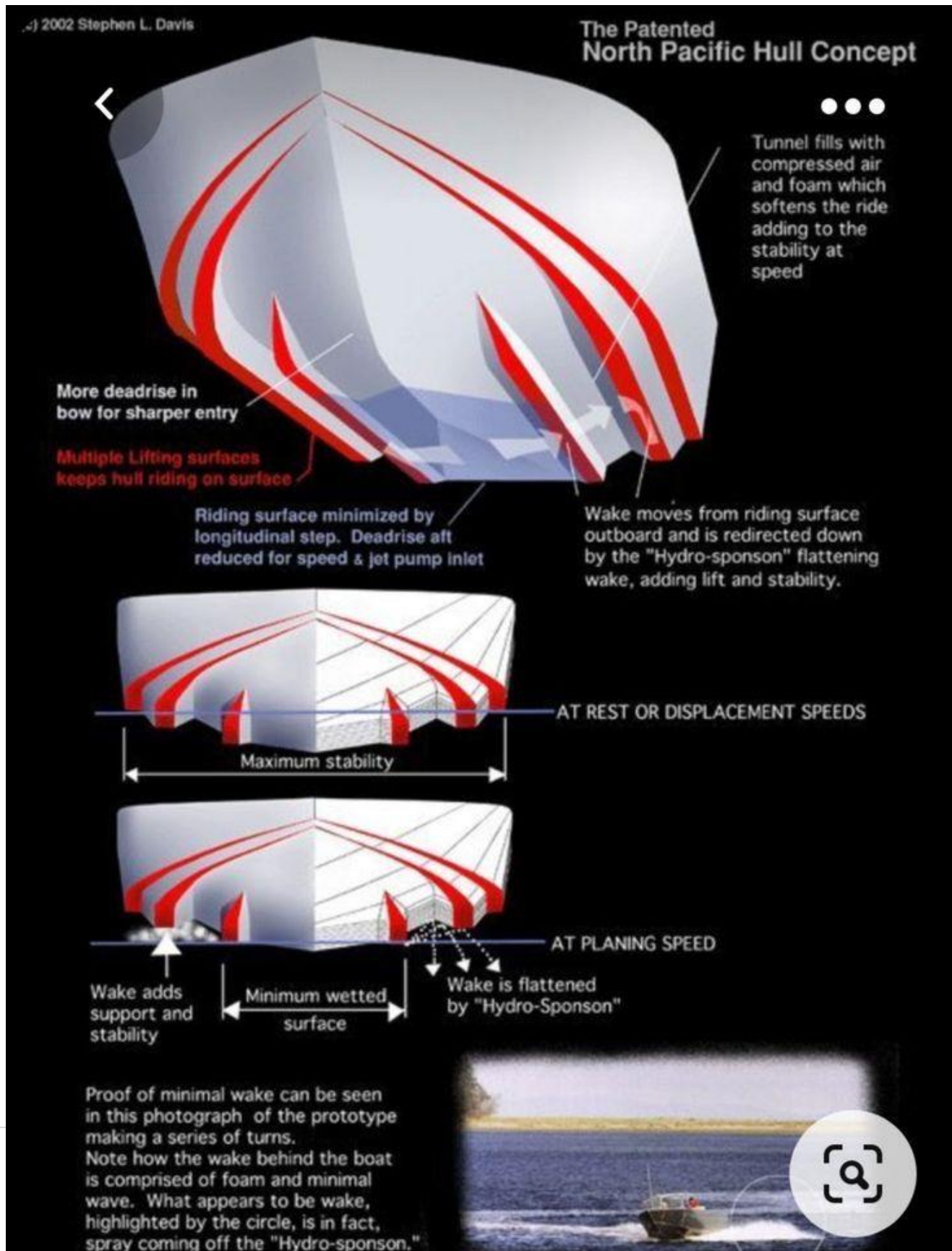
المقدمة البصلية للقارب تدعى

Bulbous Bow

وقد أطلق عليه البعض اسم

jimmy durante

و له معدّات تثبيت :وهي عبارة عن زوج من الزعانف مع أجهزة استشعار ترصد حركة المياه على جانبي القارب



عند دراسة الحركة الفيزيائية لقارب بمحرك عاديّ، يتم الاعتماد على عدّة مفاهيم فيزيائية أساسية، ومنها:

1-ديناميك السّوائل: تدرس كيفية تحرك السّوائل وتفاعلها مع الأجسام المغمورة أو التي تتحرك داخلها و هذا يشمل مفاهيم مثل السّحب و الرّفع.

2-(Newton's Second Law of Motion) قانون نيوتن الثاني للحركة:

يصف العلاقة بين القوّة المؤثّرة على جسم وتسارعه، حيث يتناسب التسارع طرديًا مع القوّة وعكسيًا مع كتلة الجسم.

3-(Archimedes' Principle) مبدأ أرخميدس:

يوضّح كيف يُولد الطّفو عندما يغمر جسم في سائل ويساوي وزن السائل المزاح.

4- الاحتكاك :

يشمل الاحتكاك بين القارب والماء والذي يؤدّي إلى السّحب.

5-ديناميك الهواء(Aerodynamics):

في حالة تأثير الرياح على القارب، يتم استخدام الديناميكا الهوائية لفهم كيفية تأثير الهواء على حركة القارب. الطاقة والعمل:

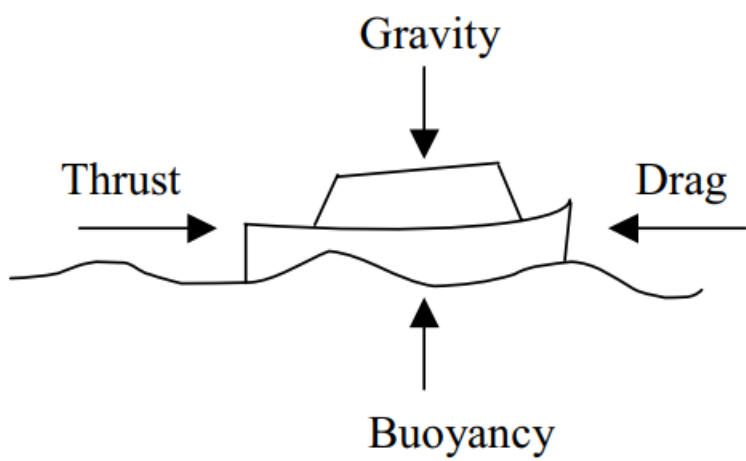
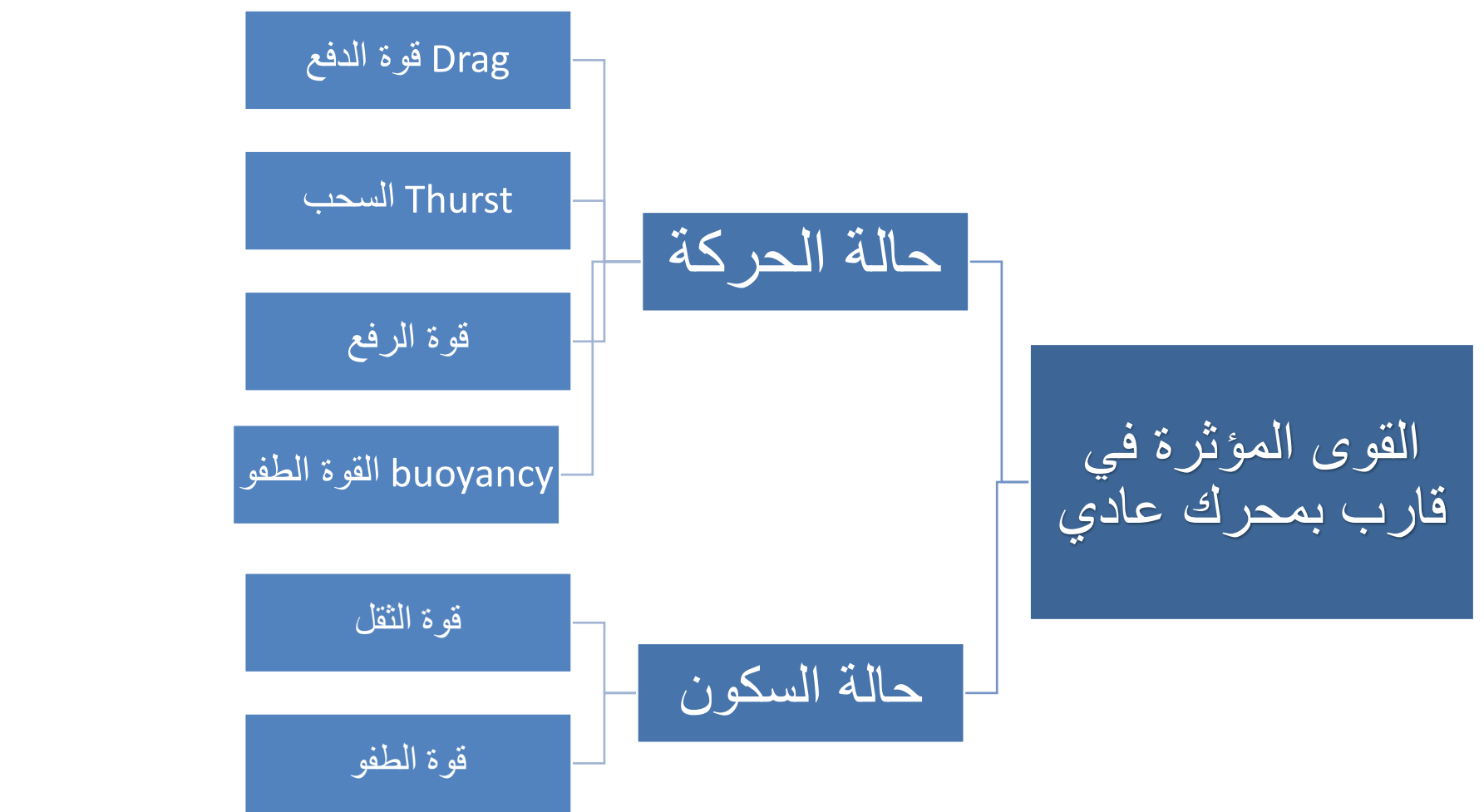
يتم استخدام هذه المفاهيم لوصف كيفية تحويل الطّاقة.

7- (Momentum) الزخم

. محرك القارب إلى حركة، وكيف يمكن أن تؤثر القوى المختلفة على الطاقة الكلية للنظام. فيتم النّظر في الزّخم عند تحليل تأثير القوى المطبّقة على القارب يمكن أن تغير من حركته

8- (Equilibrium and Stability) التوازن والاستقرار

يتم دراسة كيف يمكن وما هي العوامل التي يمكن أن تؤدّي إلى اختلال توازن الماء للقارب أو البقاء مستقرًا.



لنبدأ بحالة الحركة :

قوة الدفع

هي القوة التي تحرك القارب إلى الأمام وتتغلب على مقاومة الماء. تنشأ هذه القوة من رد فعل المحرك الذي يدفع الماء إلى الخلف، مما يؤدي بموجب القانون الثالث لنيوتن إلى قوة متساوية ومعاكسة تدفع القارب إلى الأمام.

القانون الذي يصف قوة الدفع هو قانون نيوتن الثالث للحركة، والذي ينص على أن "لكل فعل هناك رد فعل متساوٍ في المقدار ومعاكس في الاتجاه". في حالة القارب، الفعل هو دفع الماء إلى الخلف بواسطة المروحة أو الدافع، ورد الفعل هو القوة التي تدفع القارب إلى الأمام. وتعطى العلاقة:

$$F = m \cdot \Delta v$$

هي كتلة السائل التي يتم دفعها لكل وحدة زمن m

$$\Delta V = V(\text{exit}) - V(\text{boat})$$

سرعة خروج الماء: هي سرعة الماء الذي يخرج من المحرك أو الدافع. تقاس هذه السرعة بالمتري

هي السرعة التي يتحرك بها القارب (m/s) تقاس بال

تنشأ تلك القوة من محركات القوارب وتدفعها الى الامام وهي القوة الرئيسية التي تسمح للقارب بالحركة

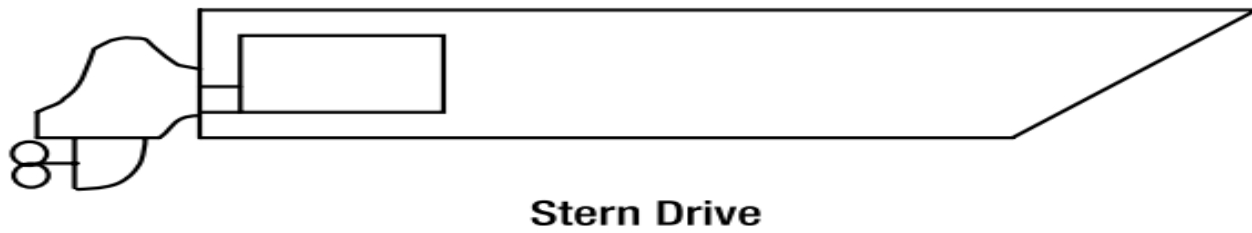
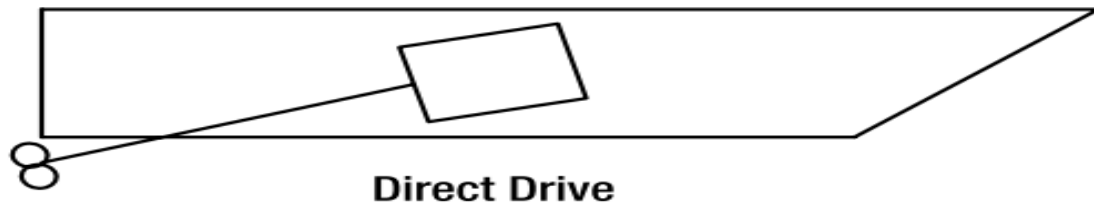
كيفية حساب عزم المحرك

سرعة المحرك وقوته:

يرتبط عزم الدوران الناتج عن المحرك بسرعة المحرك وقوته

أنواع نظام الدّفع:

هناك عدّة طرق مختلفة لتكوين نظام الدّفع للقارب. لكلّ منها مزايا وعيوب مختلفة وتستخدم لأنواع مختلفة من القوارب. أبسط وأقلّ تكلفة نظام دفع، الموضّح في الشّكل التالي هو الدّفع المباشر. يتم وضع المحرك في منتصف القارب ويتّصل بالمروحة عن طريق رمح واحد مستقيم يدخل الماء بزاوية. يُعرّف هذا النوع من نظام الدفع باسم نظام الدّفع الداخلي حيث يتم تضمين المحرّك وعلبة السّرعة ومعظم الرّمح داخل الهيكل.



(الطاقة=عزم الدوران * السرعة الزاوية) $P=T* \omega$

بحريه متفاوتة القوة على حسب حجم القارب. وبعد قوارب تسير بواسطة **محركات** في القوارب ظهرت القوارب السريعة، وابتكرت لها استخدام **المحركات الانفجارية** محركات دافعة صغيرة ومنقولة تركيب وتنزع من القوارب تعتمد على مروحة من المعدن كمعدن الحديد أو الالمونيوم في دفع القارب عن طريق دفع الماء،

قوة الرفع

عندما تدور العنفة في الماء، يؤدّي شكل الريش المنحني إلى اختلاف ضغط الماء بين جانبي الريشة. ينشأ ضغط مرتفع على الوجه المقعر للريشة وضغط منخفض على الوجه المحدّب. هذا الاختلاف في الضّغط يولّد قوّة رفع عموديّة على الريشة.

تحويل قوّة الرفع إلى قوّة دفع: بما أنّ ريش العنفة مائلة بزاوية معيّنة، فإنّ قوّة الرّفع الناتجة لها مركّبتان: مركّبة عمودية ترفع القارب قليلاً، ومركّبة أفقية تدفع القارب للأمام.

تدفع العنفة الماء للخلف، وبالتالي يتفاعل الماء مع العنفة بقوة دفع مساوية ومعاكسة في الاتجاه تدفع :
القارب للأمام (وفقاً لقانون نيوتن الثالث)

الصيغة الرياضية لقوة الرفع:

يمكن استخدام معادلة الرفع لتقدير قوة الرفع الناتجة عن الريشة

$$L = 0.5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A \cdot C_l$$

.هي قوّة الرفع L

.هي كثافة الماء ρ

.هي سرعة تدفق الماء بالنسبة للريشة V

.هي مساحة سطح الريشة A

.هو معامل الرفع (يعتمد على شكل الريشة وزاوية الهجوم C_l)

قوة الطفو

قانون أرخميدس هو القانون الذي يصف قوة الطفو. وهذا القانون يقول: "إذا غُمر جسم ما بكمية من الماء تساوي حجم الجسم، فإنّ الجسم سيتعرض لقوة رفع تساوي وزن الماء المغمور". بمعنى آخر، عندما يعم جسم ما في الماء، فإنّ القوة التي تتأثر به هي قوة الطفو التي تعادل وزن الماء الذي يتم طرده جانباً

بالنسبة للقارب بمحرك عادي، فإنّ قوة الطفو تكون ضرورية لدعم وزن القارب والحمولة عليه. إذا كان القارب ذو هيكل خفيف وحمولة خفيفة، فإنّ قوة الطفو المطلوبة ستكون أقلّ. وعلى العكس، إذا كان القارب ثقيلاً وحاملاً حمولة كبيرة، فإنّ قوة الطفو المطلوبة ستكون أكبر

بشكل عام، يجب أن تكون قوة الطفو التي تولدها الماء أكبر من وزن القارب وحمولته لضمان عدم غرقه. إذا كانت قوة الطفو أقلّ من وزن القارب، فإنّ القارب سيغرق حسب القانون التالي:

$$m_b g < \rho_w V_w g$$

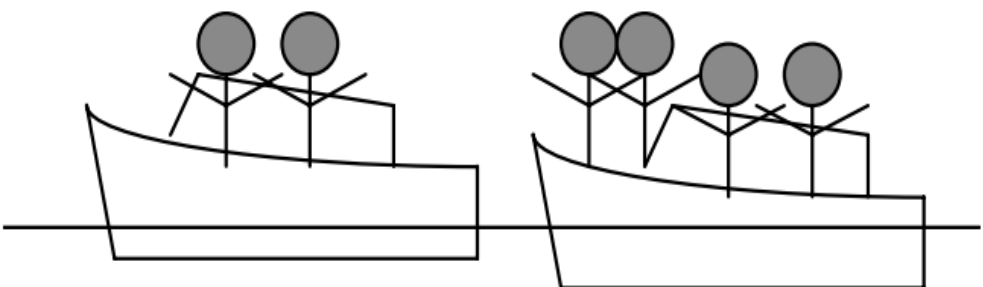
$$\rho_b V_b$$

$$\rho_b V_b < \rho_w V_w$$

$$\rho_b < \rho_w$$

وهذا يسمّى معيار

غرق أو طفو القارب



تعمل قوّة الطّفو من خلال مركز الشّكل الهندسيّ للجسم، والذي ليس دائماً نفس مركز الكتلة للجسم. إذا كان مركز الشّكل الهندسيّ ومركز الكتلة في أماكن مختلفة، فإن قوّة الطّفو والقوة الجاذبية ستخلقان عزم دوراني يؤدّي إلى دوران الجسم. هذه الحقيقة لها عواقب خطيرة بالنّسبة للقوارب. على سبيل المثال، إذا انتقل جميع الأشخاص على قارب مزدحم إلى جانب واحد من القارب، فإن مركز كتلة القارب قد يتحرك بما يكفي لخلق عزم دوران كافٍ لقلب القارب.

وزن الجسم الظاهريّ = وزن الجسم في الهواء – قوّة الدّفع

قانون دافعة أرخميدس :

$$F_B = \rho_w \times g_w \times V_w$$

• (N). هي قوّة الدّفع F_B

• (kg/m^3) هي كثافة السّائل ρ

• (m^3) . هو حجم الجزء المغمور من الجسم V

• (m/s^2) . هو تسارع الجاذبية g

في حالة القارب بمحرّك عادي، قوّة أرخميدس تُحدد بواسطة حجم الجزء المغمور من القارب في الماء. كيف تتغير هذه القوة على حسب عمق المنطقة؟:

1- في المياه الضحلة: إذا كان القارب في مياه ضحلة بحيث يقترب من القاع، قد يتأثر الطّفو بالتأثيرات الأرضية، مثل تأثير الأرضية الهيدروديناميكي، الذي يمكن أن يزيد من القوة الطّفوية بشكل طفيف.

2- في المياه العميقة: في المياه العميقة حيث لا يوجد تأثير مباشر للقاع، قوّة أرخميدس لا تتغير بتغيّر العمق. القارب سيزيح كمّية من الماء تساوي وزنه بغض النظر عن العمق، وبالتالي القوّة الطّفوية ستبقى ثابتة طالما أنّ حجم الجزء المغمور من القارب لا يتغيّر.

3- تأثير الكثافة: إذا كان هناك تغير في كثافة الماء (مثل الانتقال من ماء عذب إلى ماء مالح)، فإن ذلك سيؤثر على القوة الطّفوية. الماء المالح له كثافة أعلى من الماء العذب، وبالتالي يمكن للقارب أن يطفو بشكل أفضل في الماء المالح مقارنة بالماء العذب.

4- التحميل: إذا تغير وزن القارب بسبب التحميل أو الإفراغ، فإن حجم الماء المزاح سيتغير، وبالتالي تتغير القوة الطّفوية.

من الجدير بالذكر أنه بينما قوّة أرخميدس لا تتغير مع العمق في المياه العميقة، فإن الضّغط المائيّ يزداد مع العمق، ولكن هذا لا يؤثر على القوة الطّفوية التي يختبرها القارب، بل يؤثر على الأجسام الغاطسة بالكامل مثل الغوّاصات.

قوّة السّحب

عندما يتعلق الأمر بتحريك الأجسام عبر السائل، هناك دائماً قوّة تعاكس حركة الجسم. تُعرف هذه القوة

قوة السحب و هي مصطلح عام يستخدم لوصف القوة التي تعارض حركة أي جسم من خلال سائل، سواء كان هذا السائل هواءً أو ماءً. ومع ذلك، هناك بعض الاختلافات بين مقاومة الهواء ومقاومة الماء

ملاحظة: معادلات قوة السحب تعتمد على مساحة تبلييل القارب.

السحب/مقاومة الماء

قوة السحب الناتجة عن تفاعل السائل مع سطح الجسم. عندما يتحرك جسم ما عبر سائل، فإنه يحدث اضطراباً في السائل. يؤدي هذا الاضطراب إلى تدفق السائل حول الجسم، مما يؤدي إلى إنشاء منطقة ذات ضغط منخفض خلف الجسم. تعمل هذه المنطقة ذات الضغط المنخفض على سحب الجسم إلى الخلف، مما يعاكس حركته. يعتمد حجم قوة السحب على حجم الجسم وشكله وسرعته، بالإضافة إلى خصائص السائل.

معادلة السحب او معادلة مقاومة الهواء:

$$F_{hd}=1/2*p*v_b^2 *Cr*A$$

مقاومة الهواء وتعرف بالقوة في اتجاه الحركة القوة الهيدرودينامكية: F_{hd}

كثافة المائع: P

سرعة التدفق بالنسبة للجسم ، أو سرعة الجسم في المائع: v

المساحة المرجعية: A

معامل السحب – وهو عدد ليس له وحدة ، ويعتمد على شكل الجسم ؛ ويأخذ في الحسبان الاحتكاك Cd : السطحي والسحب الهيكلي حسب القانون:

$$CR=Cf+Cw+Cform$$

حيث:

C_R :معامل المقاومة ، C_f : قوة الاحتكاك ،

C_w :قوة الجر الموجية،

C_{form} : قوة الجر الشكلية.

السحب/مقاومة الهواء

أو ما يُعرف بالسحب الديناميكي الهوائي، هي قوة تعارض حركة أي جسم يتحرك في الهواء، وهي تؤثر أيضاً على القوارب التي تتحرك فوق سطح الماء. على الرغم من أن التركيز الرئيسي في ديناميكيات القوارب يكون عادة على مقاومة الماء، إلا أن مقاومة الهواء يمكن أن تكون مهمة أيضاً، خاصةً في القوارب ذات الهياكل العالية أو السريعة جداً

القوانين الفيزيائية التي تحكم مقاومة الهواء تشمل قانون السحب الديناميكي الهوائي يُعطى بالمعادلة:

$$F_d = 0.5 * \rho * V^2 * C_d * A$$

.هي قوة السحب (المقاومة الهوائية) (F_d) *

.هي كثافة الهواء (ρ) *

.هي سرعة الجسم النسبية للهواء (V) *

.هو معامل السحب، وهو عدد بلا وحدات يعتمد على شكل الجسم وملامسته للهواء (C_d) *

.هي المساحة العرضية للجسم (A) *

Friction قوّة الاحتكاك:

تُحسب قوّة الاحتكاك المؤثرة على القارب باستخدام معادلة الاحتكاك الديناميكي:

$$F_K = \mu * F_n$$

حيث أنّ:

F_K : قوّة الاحتكاك

معامل الاحتكاك الديناميكية وهو قوّة لا بعدية تعتمد على المواد التي يصنع منها سطح القارب ومن الماء

F_n : القوّة الطّبيعيّة وهي القوّة العموديّة على سطح القارب

أمّا في حالة السكون:

weight\الوزن :

قوّة الجاذبية التي تؤثر على قارب عادي في حالة السكون هي قوّة الجذب التي تمارسها الأرض على القارب وكل ما فيه. هذه القوة تعمل دائماً في اتجاه مركز الأرض، وهي ما تُعطي القارب وزنه.

إذا كان القارب في حالة سكون، فإنّ قوّة الجاذبية تُوازن بواسطة قوّة الطفو الصاعدة من الماء. قوّة الطفو هذه تعتمد على مبدأ أرخميدس، الذي يقول إنّ الجسم المغمور في سائل يتلقى قوّة صاعدة تعادل وزن السائل الذي يُزيحه. في حالة القارب، يجب أن يكون وزن الماء المزاح مساوياً لوزن القارب حتّى يطفو.

بشكل عام، يمكننا القول أنّ قوة الجاذبية تُحدّد مدى عمق غمر القارب في الماء. إذا كان القارب خفيفًا، فإنّه لن يزيح الكثير من الماء وبالتالي لن يغمر كثيرًا. وإذا كان القارب ثقيلًا، فإنه سيزيح كمية أكبر من الماء وسيغمر أكثر في الماء. في النهاية، الوزن الكلي للقارب (الذي يُحدده الجاذبية) يجب أن يُوازن بقوة الطّفو للحفاظ على القارب في حالة سكون ومنعه من الغرق أو الطّفو بعيدًا.

$$\vec{W} = \vec{m} \cdot g$$

معادلة المحصلة الكلية للقوى هي:

$$\Sigma F = F_d + F_L + F_b + F_{hd} + F_w$$

حيث أنّ:

F_d : قوة الدّفع.

F_L : قوّة الرّفّع .

F_b : قوّة الطّفو .

F_{hd} : قوّة السّحب ومقاومة الماء.

F_w : قوّة الجاذبيّة.

تأثير القوى على أداء قارب بمحرك عادي في حالة الصّدم

عند تعرّض قارب بمحرك عادي للصّدم، تتأثر مختلف القوى المؤثرة عليه بشكل كبير، ممّا ينتج عنه تغييرات في سرعته وتسارعه واتّجاهه وثباته.

1-تحليل تأثير القوى في حالة الصّدم:

قوة الدّفع: تتأثر قوّة الدّفع بشكل مباشر بالصّدمة.

* في حالة الاصطدام بعائق ثابت ،قد تنخفض قوة الدفع بشكل مفاجئ نتيجة لتوقف تدفق الماء عبر محرك القارب.

*وفي حالة الاصطدام بقارب اخر ،قد تتغير قوّة الدّفع اعتمادا على اتّجاه الصّدمة والسرعة بين القاربين.

قوة السّحب: تزداد قوة السحب بشكل كبير عند حدوث الصّدمة.

*في حالة الاصطدام بعائق ثابت، تزداد قوة السحب بسبب مقاومة العائق لحركة القارب.

*وفي حالة الاصطدام بقارب اخر، تزداد قوة السحب بسبب الاحتكاك بين القاربين.

قوّة الاحتكاك: تزداد قوة الاحتكاك بشكل كبير عند حدوث صدمة.

*في حالة الاصطدام بعائق ثابت ، تزداد قوة الاحتكاك بسبب زيادة الاحتكاك بين سطح القارب وبين العائق.

*في حالة الاصطدام بقارب اخر، تزداد قوة الاحتكاك بسبب زيادة الاحتكاك بين القاربين.

قوّة الطفو: لا تتأثر قوة الطفو بشكل مباشر بالصدمة.

*تبقى قوة الطفو ثابتة طالما لم يتغير عمق غمر القارب

قوّة الجاذبيّة: لا تتأثر قوة الجاذبية بشكل مباشر بالصدمة

*تبقى قوة الجاذبية ثابتة طالما لم يتغير موقع القارب بالنسبة للأرض.

2-تأثير القوى على حالة القارب في حالة الصّدم:

السرعة:

* قد تنخفض سرعة القارب بشكل مفاجئ عند حدوث صدمة.

* قد تتوقف حركة القارب تماما في بعض الحالات.

التّسارع:

* يتحوّل تسارع القارب الى تباطؤ مفاجئ عند حدوث صدمة.

* قد يتجه القارب للخلف في بعض الحالات .

الاتجاه:

* قد يتغير اتجاه القارب بشكل مفاجئ عند حدوث الصدمة.

* قد ينقلب القارب في بعض الحالات.

3- معادلات تحليل تأثير القوى في حالة الصدم:

معادلة حساب تغير السرعة:

$$\triangle V = -Fd / (m + m_o)$$

V: تغير سرعة القارب

Fd: قوة الدفع

m: كتلة القارب

m_o: كتلة العائق

معادلة حساب التسارع:

$$\triangle a = -Fd / (m + m_o)$$

a: تغير سرعة القارب

Fd: قوة الدفع

m: كتلة القارب

m_o: كتلة العائق

معادلة حساب تغير الزاوية:

$$\triangle \theta = I * \alpha / (m * V^2)$$

حيث:

θ : التغير الزاوية

I: عزم القصور الذاتي للقارب.

α : التسارع الزاوي.

معادلة حساب تغير الطاقة الحركية:

$$\triangle K = 0.5 * m * V^2$$

K: تغير الطاقة الحركية.

تحرك القارب الى الامام:

أولاً: قانون حفظ الطاقة:

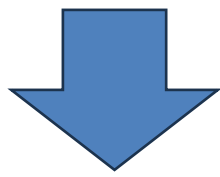
الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن تتحول من شكل لآخر دون زيادة او نقصان .
وحسب هذا المبدأ تتحول الطاقة الكيميائية داخل المحرك الى طاقة حرارية والتي تتحول بدورها لطاقة كيميائية تعمل على دوران مروحة القارب

ثانياً:

مبدأ برنولي:

يصف العلاقة بين سرعة والضغط للسائل فعندما تزداد سرعة الماء حول المروحة وينخفض الضغط مما يؤدي الى خلق قوة رافعة ،تساعد هذه القوة على خلق تقليل مساحة القارب الملامسة للماء وبالتالي تقل مقاومة الماء للقارب

$$P_1 + \rho gh_1 + \rho (v_1)^2 = P_2 + \rho gh_2 + \rho (v_1)^2$$



قبل بدء المروحة بالدوران



بعد دوران المروحة

الوضع الأول:

تكون سرعة دوران الماء معدومة نسبياً قبل دوران المروحة

$$V_1 = 0$$

ويكون الضغط مرتفعاً (P_1)

الوضع الثاني:

(v_2) تبدأ المروحة بالدوران فتزداد سرعة الماء حول شفرات المروحة

مما يؤدي الى انخفاض الضغط (P_2)

فيصبح:

$$P_1 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho (v_2)^2 + \rho gh_1$$

وباعتبار ان العمق بين الوضعين لم يختلف:

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho (v_2)^2$$

$$v_2 = \sqrt{2(p_1 - p_2) / \rho}$$

ثالثاً:

لكل فعل رد فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه بالاتجاه،حسب هذا القانون يدفع الماء المروحة والقارب الى الامام كرد فعل لدفع المروحة الى الخلف بقوة دفع تحسب كالاتي :

$$F = \rho . v$$

حركة القارب على المحاور:

أولا القوى المؤثرة:

F_t دفع المحرك

F_r مقاومة الماء

F_{y-L} قوة الاحتكاك من الجانب الأيسر

F_{y-r} قوة الاحتكاك من الجانب الايمن

F_w مقاومة الهواء

ثانيا: نظام الاحداثيات:

مبدأ الاحداثيات : مركز ثقل المركب

محور x : بجهة حركة السفينة.

محور y : باتجاه الجانب الأيمن والايسر للسفينة.

محور z : باتجاه الأعلى والاسفل.

ثالثا: الحركة الى الامام:

1-قوة الدفع: بالاتجاه الموجب لمحور x

$$(F_t, 0, 0)$$

2- مقاومة الماء: بعكس جهة قوة الدفع .

بالاتجاه السالب لمحور x

$$(-F_r, 0, 0)$$

3- قوى الاحتكاك الجانبية:

F_{y-L} قوة الاحتكاك من الجانب الأيسر y

$$(0, F_{y-L}, 0)$$

F_{y-r} قوة الاحتكاك من الجانب الايمن y

$$(0, F_{y-r}, 0)$$

-اذا كانت القوى الجانبية غير عمودية على جانبي السفينة فتكون مركباتها:

على المحور x :

$$(-F_{y-L} \cos \theta, 0, 0)$$

$$(-F_{y-r} \cos \theta, 0, 0)$$

على المحور y :

$$(0, +F_{y-L} \sin \theta, 0)$$

$$(0, -F_{y-r} \sin \theta, 0)$$

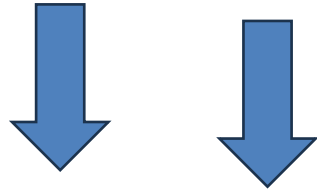
4-مقاومة الهواء:

تنشأ بسبب احتكاك قوة الهواء بسطح السفينة وتكون معاكسة لجهة قوة دفع المحرك (الاتجاه السالب لـ x)

$$F_r = 0.5 * \rho * V_w^2 * c * A$$

سرعة السفينة بالنسبة للهواء:

$$V_{wa} = V_w - V_B$$



سرعة القارب سرعة الهواء

احداثيات مقاومة الهواء:

$$(-F_w, 0, 0)$$

لحساب التسارع للقارب بالحركة الامامية :

على المحور X

من قانون نيوتن الثاني

$$\Sigma F = m \cdot a_x$$

$$a_x = \Sigma F / m$$

$$a_x = F_t - F_r - F_w - F_y - L \cdot \cos\theta - F_y - r \cdot \cos\theta / m$$

عندما تكون قوة الدفع اكبر من مجموع قوى المقاومة يكون التسارع موجب وتزداد سرعة السفينة. اذا كانت قوى المقاومة تساوي قوة الرفع يكون التسارع 0 وتتحرك السفينة بسرعة ثابتة.

رابعا: الحركة للخلف:

1- قوة الدفع: تصبح في الاتجاه السالب لـ X

$$(-F_t, 0, 0)$$

2- مقاومة الماء: تصبح بعكس جهة قوة الدفع الاتجاه الموجب x

$$(F_r, 0, 0)$$

3- قوى الاحتكاك الجانبية تنكس اشارتها على محور X :

$$(F_y - L \cdot \cos\theta, 0, 0)$$

$$(F_y - r \cdot \cos\theta, 0, 0)$$

لا تنعكس إشارة قوى الاحتكاك على محور Y :

$$(0, + F_y - L \cdot \sin\theta, 0)$$

$$(0, -F_y - r \cdot \sin \theta, 0)$$

لمحور 4x-مقاومة الهواء: تعاكس سرعة القارب فتكون بالاتجاه الموجب

$$(F_w, 0, 0)$$

$$a_x = \Sigma F / m$$

$$a_x = -F_t + F_r + F_w + F_y - L \cdot \cos \theta + F_y - r \cdot \cos \theta / m$$

بالنسبة للمحور Y:

1- قوى الاحتكاك الجانبية:

Fy-L: (0, Fy-L, 0) قوة الاحتكاك من الجانب الأيسر

Fy-r: (0, Fy-r, 0) قوة الاحتكاك من الجانب الأيمن

2- مركبات قوى الاحتكاك :

إذا كانت قوى الاحتكاك غير عمودية على جانبي السفينة، فإن مركباتها تصبح

x: (-Fy-L.sinθ, 0, 0), (-Fy-r.sinθ, 0, 0) على المحور

y: (0, +Fy-L.cosθ, 0), (0, +Fy-r.cosθ, 0) على المحور

3-مقاومة الهواء

y: (-Fw, 0, 0) مقاومة الهواء تعمل في اتجاه معاكس للحركة، لذلك تصبح على المحور

4-حساب التسارع في اتجاه Y

كالتالي y من قانون نيوتن الثاني، يمكن حساب التسارع في اتجاه

$$a_y = \Sigma F_y / m$$

$$a_y = F_y - L - F_y - r - F_w + F_y - L \cdot \cos \theta + F_y - r \cdot \cos \theta / m$$

إذا كانت قوى دفع المحرك أقل من مجموع قوى المقاومة، فإن التسارع سيصبح سالبًا والسفينة ستتباطأ. وإذا كانت قوى المقاومة تساوي قوى دفع المحرك، فإن التسارع سيصبح صفرًا والسفينة ستظل بسرعة ثابتة

بالنسبة للمحور Z

1- قوى الاحتكاك الجانبية:

- $F_z-F: (0, 0, F_z-F)$ قوة الاحتكاك من الجانب الأمام -
- $F_z-B: (0, 0, F_z-B)$ قوة الاحتكاك من الجانب الخلف -

2- مركبات قوى الاحتكاك :

- $x: (0, 0, -F_z-F.\sin\theta), (0, 0, -F_z-B.\sin\theta)$ على المحور -
- $z: (0, 0, +F_z-F.\cos\theta), (0, 0, +F_z-B.\cos\theta)$ على المحور -

3- مقاومة الهواء

- $z: (0, 0, -F_w)$ مقاومة الهواء تعمل في اتجاه معاكس للحركة، لذلك تصبح على المحور -

4- حساب التسارع في اتجاه Z

كالتالي Z من قانون نيوتن الثاني، يمكن حساب التسارع في اتجاه -

$$a_z = \Sigma F_z / m.$$

$$a_z = F_z-F - F_z-B - F_w + F_z-F.\cos\theta + F_z-B.\cos\theta / m.$$

إذا كانت قوى دفع المحرك أقل من مجموع قوى المقاومة، فإن التسارع سيصبح سالبًا والسفينة ستتباطأ. وإذا كانت قوى المقاومة تساوي قوى دفع المحرك، فإن التسارع سيصبح صفرًا >والسفينة ستظل بسرعة ثابتة

مبدأ برنولي

هو مبدأ في الهيدروديناميكا يصف العلاقة بين سرعة تدفق السائل والضغط الذي يتمارس عليه. يحمل اسمه نسبةً للعالم السويسري دانيال برنولي الذي وضع هذا المبدأ في القرن الثامن عشر حسب مبدأ برنولي، عندما يتدفق السائل في مجال مفتوح أو في أنبوب ضيق، تكون هناك علاقة عكسية بين السرعة والضغط. يمكن تفسير هذه العلاقة باستخدام مبدأ المحافظة للطاقة.

بالنسبة لقارب بمحرك عادي:

نستخدم مبدأ برنولي لشرح العلاقة بين سرعة القارب والضغط على السطح السفلي للقارب حسب مبدأ برنولي، عندما يتحرك القارب بسرعة على الماء، يتولد تدفق للهواء حوله. يتسبب هذا التدفق في انخفاض الضغط على السطح السفلي للقارب. بشكل أكثر تفصيلاً، عندما يتحرك القارب بسرعة، يتحرك الهواء بشكل سريع فوق السطح العلوي للقارب ويندفع للخلف. في الوقت نفسه، يتدفق الهواء ببطء تحت القارب ويتهجه نحو الخلف. هذا التدفق السفلي يتسبب في زيادة الضغط على السطح السفلي للقارب. وبالتالي، يمكن القول أن سرعة القارب تؤثر على الضغط على السطح السفلي للقارب:

$$P + 1/2 \rho v^2 + \rho gh = \text{constant}$$

.هو الضغط P

.هي كثافة السائل ρ

.هي سرعة التدفق v

.هو التسارع الناتج عن الجاذبية g

.هو الارتفاع h

المعادلة تشير إلى أن الجمع بين الضغط

وطاقة الارتفاع ونصف كتلة السائل

يكون مستقلاً عن التغيرات في الوقت

بمعنى آخر، إجمالي الطاقة يظل ثابتاً أثناء حركة القارب

أكبر، وبالتالي يكون لدينا $(1/2 \rho v^2)$ ، تكون قيمة (عالية v) عندما يتحرك القارب بسرعة عالية على السطح السفلي للقارب. هذا الانخفاض في الضغط يؤدي إلى رفع القارب (P) قيمة أقل للضغط من الماء.

تكون $(1/2 \rho v^2)$ ، فإن قيمة (منخفضة v) على الجانب الآخر، عندما يكون لدينا سرعة منخفضة على السطح السفلي للقارب. هذا الضغط (P) أقل، وبالتالي يكون لدينا قيمة أعلى للضغط الأعلى يجعل القارب أكثر استقراراً في الماء.

(قوانين نيوتن للحركة):

القانون الأول (قانون القصور الذاتي): يبقى القارب في حالة سكون أو حركة منتظمة ما لم تؤثر عليه قوة خارجية، مثل قوة الأمواج.

القانون الثاني (العلاقة بين القوة والتسارع): يتناسب التسارع الذي يحدث للقارب طرديًا مع القوة الناتجة عن الأمواج وعكسيًا مع كتلة القارب.

القانون الثالث (قانون الفعل ورد الفعل): لكل فعل (قوة من الأمواج) هناك رد فعل مساوٍ في المقدار ومعاكس في الاتجاه يؤثر على الأمواج نفسها.

(مبدأ أرخميدس):

ينص على أن القارب يتلقى دفعًا لأعلى مساويًا لوزن السائل المزاح، وهذا يساعد في تحديد الطفو والاستقرار في الماء.

(مبدأ برنولي)

يصف سلوك السائل المتحرك ويشير إلى أن زيادة سرعة السائل تحدث مع انخفاض في الضغط. هذا المبدأ يمكن أن يساعد في فهم كيفية تأثير الأمواج على جوانب القارب وتحت خط الماء.

(قانون الجذب العام لنيوتن):

تؤثر الجاذبية بين القارب والأرض على استقرار القارب .

(نظرية الموجة)

تصف كيف تنتقل الطاقة عبر الماء في شكل موجات، وكيف تؤثر هذه الموجات على الأجسام العائمة مثل القوارب.

(ديناميكا الموائع):

تفسر كيف تتفاعل القوارب مع السوائل المحيطة بها وتأثير القوى المائية مثل الرفع والسحب .

(قوانين الحفظ):

مثل قانون حفظ الطاقة وقانون حفظ الزخم، والتي تفسر كيف تنتقل الطاقة والزخم من الأمواج إلى القارب.

عوامل تأثير الأمواج على القارب:

1-جهة الموجة:

1- **بجهة حركة** القارب تعطي قوة دفع وتؤدي الى زيادة السرعة

2- **عكس جهة** حركة القارب تسبب مقاومة وتؤدي الى تقليل السرعة

2-حجم الموجة:

فتتراوح طول الأمواج في البحر بين ال4.5 و 9 متر

3-سرعة القارب نفسه:

فكلما كانت سرعة القارب أكبر كان تأثير الأمواج عليه أكبر.

4-تصميم القارب:

حيث يراعى تصميم. القارب بشكل يتناسب مع حركة الأمواج ويخفف من تأثيرها

كما تم ذكر ذلك في فقرة تصميم القارب مسبقاً (كوضع معدات تثبيت ، والمقدمة البصلية (Bulbous Bow) للقارب

وأيضاً هنالك أمواج مولدة من حركة السفينة نفسها وتتحكم بشكل القارب وسرعته

وإن القانون العام المتحكم في السرعة الكلية وتأثرها بالأمواج هو

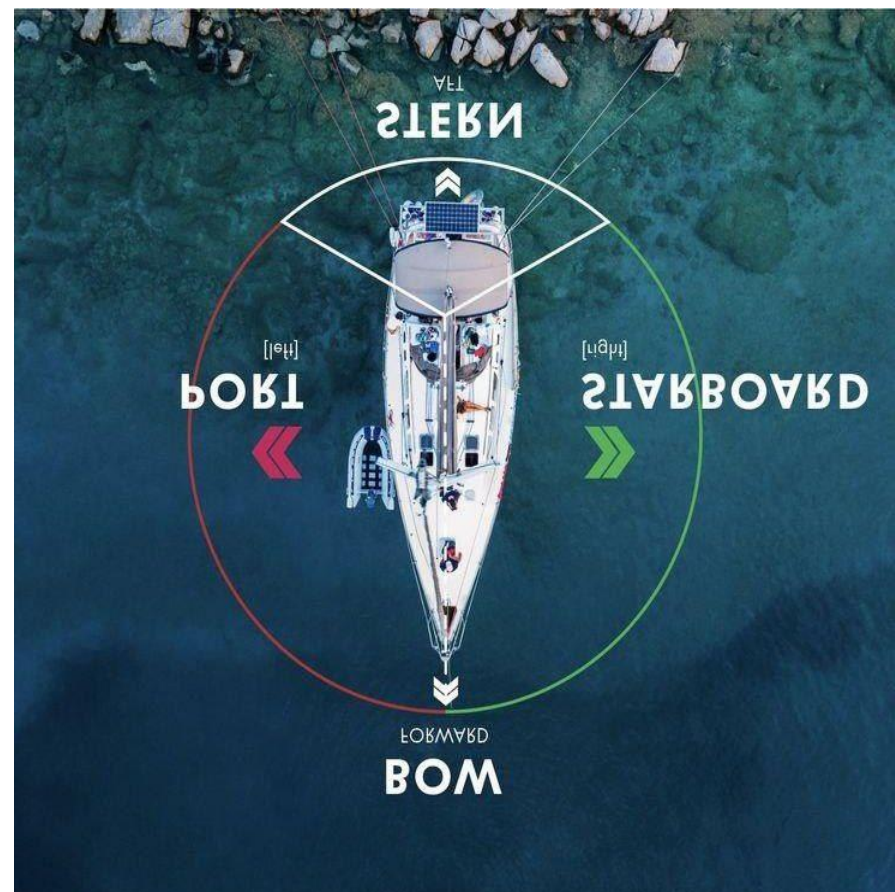
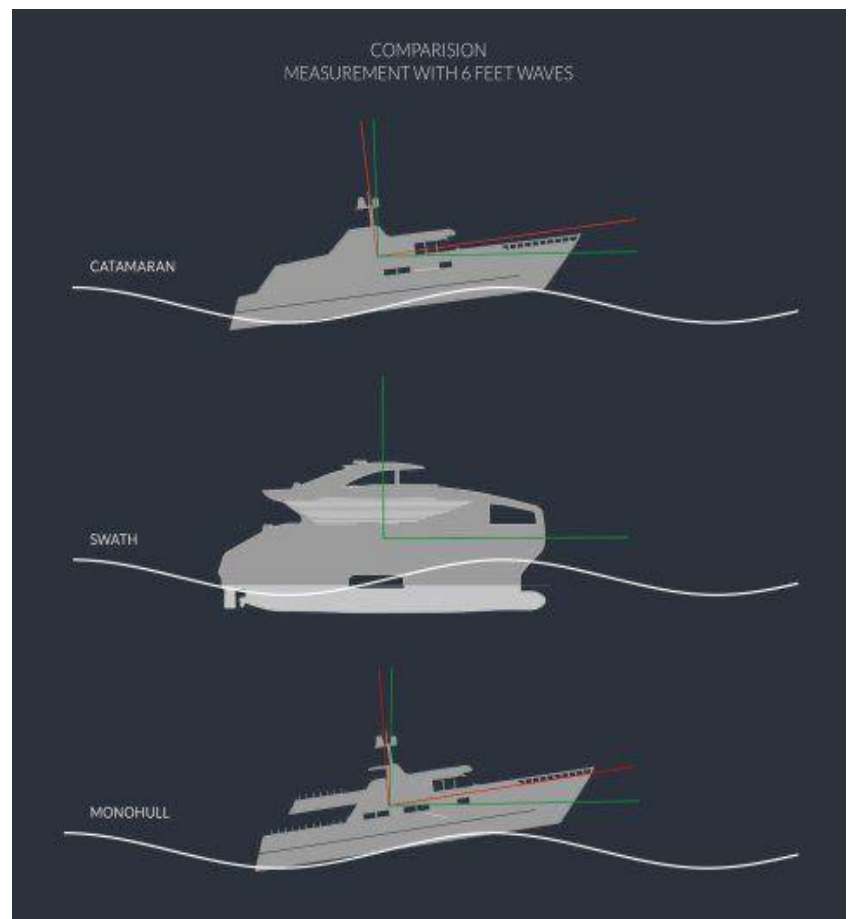
$$V1= V2 + V3$$

حيث:

السرعة الكلية: $V1$

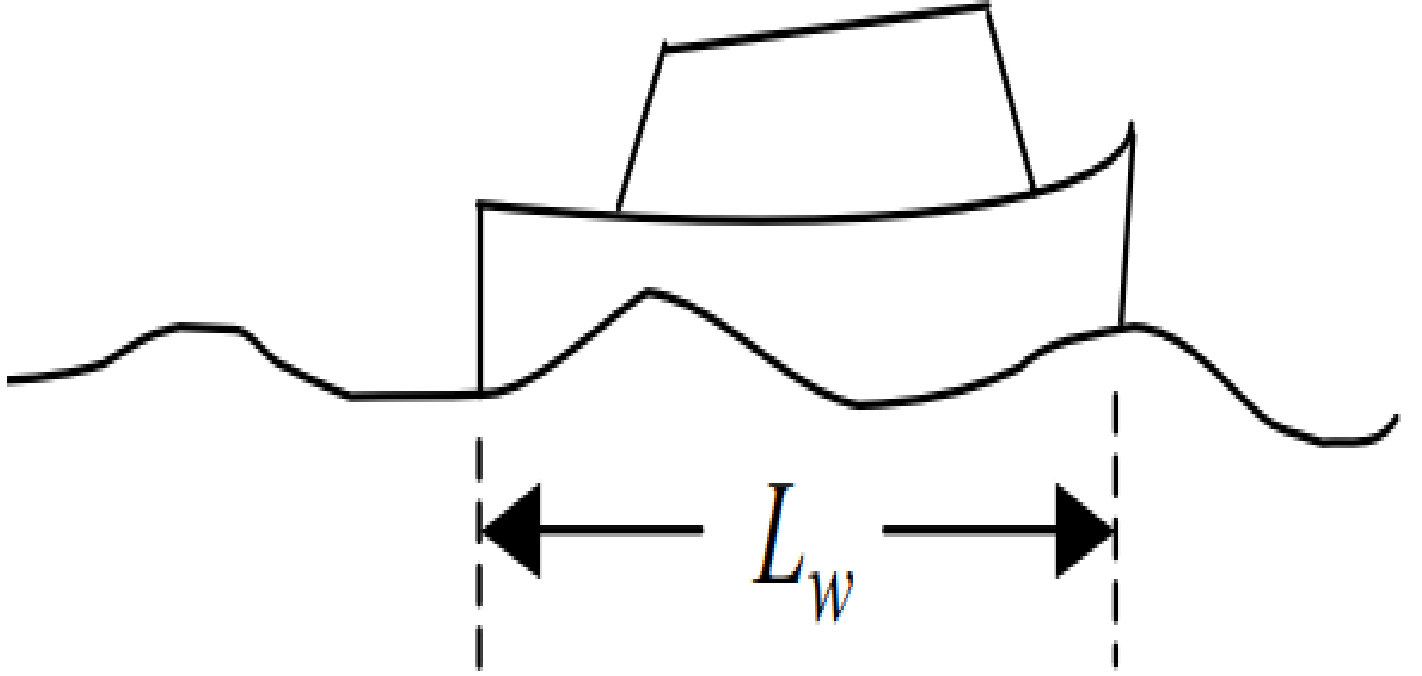
سرعة القارب: $V2$

سرعة الموجة: $V3$



عندما يتحرّك هيكل القارب عبر الماء، يتم إنشاء موجات نتيجة لتأثير هيكل القارب في دفع الماء بعيداً عن سطحه. تنبثق الموجات بعيداً عن الجسم وتحمل معها كمّية معينة من الطّاقة تتبدد في المحيط أو البحيرة أو النهر. تعتبر قوى الجر الموجيّة التي يواجهها القارب نتيجة للعمل الذي يقوم به هيكل القارب في الحفاظ على هيكل الموجة.

عندما يتحرّك قارب بهيكل انتزاع عبر الماء ببطء، سيتم إنشاء موجة في مقدمة القارب والعديد من الموجات الصّغيرة الأخرى خلفه. مع زيادة سرعة القارب، تزداد ارتفاع الموجة في المقدمة وتزداد المسافة بين الموجات. إذا استمرّت سرعة القارب في الزّيادة، ستكون هناك نقطة حيث ستكون هناك قمة موجة في المقدّمة وقمة موجة في الخلف وحفرة في الوسط كما هو موضح في الشّكل التالي. المسافة L_w بين قمم الموجة تكون مساوية لطول خطّ الماء للهيكل، هيكل الموجة النّاجم عن النّزوح



أعلى سرعة للموجة ستحدث عندما يكون طول الموجة متساوياً تقريباً لطول خطّ الماء للقارب. يتبيّن أنّ مقاومة الموجة تعتبر عاملاً محدّداً في السّرعة القصوى للقارب ذي هيكل الإزاحة. السّبب في ذلك هو أنّه من أجل أن يسافر القارب بسرعة أعلى من الموجة التي يولدها، يتعيّن عليه بشكل أساسي سحب الموجة معه، ممّا يؤدي إلى زيادة ملحوظة في مقاومة الموجة.

الأمواج الناتجة عن حركة القارب:

نمط من الأمواج التي تتبع الأمواج تتحرك عبر الماء بسرعات معينة بناءً على حجمها والرياضيات وراء المعادلات.

المعادلات التي تصف نمط الأمواج وسرعات انتقالها في الماء تعتمد على مبادئ الفيزياء الكلاسيكية وديناميكا الموائع. إليك بعض المعادلات الأساسية

1-معادلة الأمواج الخطية (الموجات الصغيرة)

$$v = \sqrt{(g \lambda / 2\pi \tanh(2\pi h / \lambda))}$$

حيث:

- هي سرعة الأمواج في الماء v -
- هو تسارع الجاذبية g -
- هو طول الموجة λ -
- هو الثابت الرياضي π -
- هو الدالة الهايبربوليكية الظاهرية \tanh -
- هو عمق الماء h -

2-معادلة الأمواج العميقة (حيث العمق أكبر من نصف الطول الموجي)

$$v = \sqrt{(g \lambda / 2\pi)}$$

حيث:

- تمثل سرعة الأمواج v -
- تمثل تسارع الجاذبية g -
- تمثل طول الموجة λ -
- تمثل الثابت الرياضي π -

هذه المعادلة تبسط العلاقة في الأعماق الكبيرة حيث تصبح دالة الظل الزائدي تقترب من (1).

3-معادلة الأمواج الضحلة (حيث العمق أصغر بكثير من الطول الموجي)

$$v = \sqrt{gh}$$

حيث:

- تمثل سرعة الجسم v -
- تمثل تسارع الجاذبية g -
- تمثل ارتفاع الجسم h -

في هذه الحالة، سرعة الأمواج تعتمد فقط على عمق الماء وتسارع الجاذبية.

هذه المعادلات تأخذ بعين الاعتبار العلاقة بين الطول الموجي والعمق وتسارع الجاذبية لتحديد سرعة الأمواج. يتم استخدامها لحساب سرعات الأمواج في مختلف الظروف والبيئات المائية

نحن غالبًا ما نشير إلى هذه الأمواج باسم انعكاس القارب، وتتألف من نوعين من الأمواج: الأمواج المتباعدة التي تتحرك بعيدًا عن القارب بزاوية، وهذه هي تلك التي تصطدم بها على الإطار الداخلي وتطير إلى الهواء، والأمواج العرضية التي تتحرك في نفس اتجاه القارب. الأمواج العرضية مهمة للغاية لأنها تؤثر مباشرة على سرعة القارب عندما يتحرك ببطء شديد. تكون الأمواج العرضية قصيرة مع عدة ذروات وانخفاضات للموجة تتبع خلف جسم القارب، ومع زيادة سرعة القارب، يزداد طول الموجات التالية حتى تصل في النهاية إلى حد يصل فيه طول الموجة إلى طول القارب. السرعة التي يحدث فيها هذا يُطلق عليها سرعة الهيكل الخاصة بالقارب. إذا حاول القارب الذهاب بسرعة أعلى من سرعة هيكله، فسينتج موجة عرضية أطول من القارب نفسه، في الخلف، حيث يجلس منخفضًا في حوض الموجة، بينما يتم دفع الأنف لأعلى على قمة الموجة، مما يجعل زاوية الانحراف العامة للقارب مرتفعة للغاية مقدمة القارب ترتفع عندما يزداد الوزن لكن القارب لا يسير بسرعة أكبر، وذلك لأن القارب حرفياً عالق في الموجة العرضية التي خلقها. تم وصف هذا الحاجز المائي من قبل المهندسين الإنجليز وعلماء ديناميكا الموائع ويليام فرود في القرن الثامن عشر، حيث حدد السرعة التي يمكن للقارب تحقيقها بالنسبة للموجة التي يخلقها بما يسمى بأرقام فرود، وهي نسبة بلا أبعاد حيث يكون الطول هو طول خط ماء القارب.

عندما يصل القارب إلى أقصى سرعة فعالة له، إذا حاول أن يسير بسرعة أكبر، فإن مقاومة الاحتكاك على الهيكل ستزداد بشكل كبير، مما يتطلب الكثير من القوة الإضافية. العديد من القوارب لم تتوقع أبدًا أن تتجاوز رقم فرود 0.4 لأنها إما تفتقر إلى القوة مثل القوارب الشراعية التي تدفعها الرياح أو الكاياكات التي تدفع بالطاقة البشرية، أو بالنسبة للقوارب ذات القوة العالية، فإن كفاءة التشغيل عند تلك السرعة ضعيفة جدًا.

قانون فرود للأمواج هو مفهوم في ديناميكا الموائع يستخدم لتحديد العلاقة بين سرعة السفينة والطول الموجي الذي تولده. يُعرف هذا القانون بأنه عدد فرود، وهو نسبة بلا أبعاد تُعطى بالمعادلة:

$$(Fr) = V/\sqrt{(gL)}$$

حيث:

- تمثل عدد فرود Fr -
- تمثل سرعة الجسم V -
- تمثل تسارع الجاذبية g -
- تمثل الطول الخطي للجسم L -

عدد فرود يُستخدم لتحديد ما إذا كانت السفينة تتحرك في نظام الأمواج الضحلة أو العميقة. إذا كان عدد فرود أقل من 1، تكون السفينة في نظام الأمواج الضحلة وتُعاني من مقاومة كبيرة بسبب الأمواج التي تولدها. إذا كان عدد فرود أكبر من 1، تكون السفينة في نظام الأمواج العميقة وتكون قادرة على تحقيق سرعات أعلى بكفاءة أفضل.



المعادلات الحركية:

عند دراسة حركة قارب ذو محرك عادي في الماء من الناحية الفيزيائية، نتعامل مع عدة قوى تؤثر على السرعة. القوانين الفيزيائية المعنية هنا تشمل قانون نيوتن الثاني للحركة ومبادئ ديناميكا الموائع.

السرعة العظمى: تكون عندما تكون القوة الدافعة للمحرك أكبر من مجموع القوى المقاومة (مقاومة الماء، الاحتكاك، مقاومة الهواء، إلخ) ويمكن للقارب أن يزيد سرعته أكثر بسبب التوازن بين القوى الدافعة والقوى المقاومة.

$$\vec{a} = \frac{\Sigma \vec{F}}{m}$$

السرعة المعدومة: تكون عندما تكون القوة الدافعة للمحرك مساوية للصفر أو عندما تكون القوى المقاومة أكبر من القوة الدافعة بحيث توقف القارب عن الحركة.

جدول تغير السرعة يمكن أن يتضمن النقاط التالي:

$$\vec{v} = \vec{a}t + \vec{v}_0$$

البداية (الوقت = 0): السرعة معدومة حيث لم يبدأ المحرك بعد.

التسارع (الوقت = 0): يبدأ المحرك بتوليد قوة دافعة ويبدأ القارب بالتسارع، حيث تكون القوة الدافعة أكبر من مقاومة الماء.

السرعة المتزايدة: يستمر القارب في التسارع حتى تتساوى القوة الدافعة مع القوى المقاومة السرعة الثابتة (السرعة العظمى): يصل القارب إلى سرعة ثابتة حيث تكون القوة الدافعة متوازنة مع القوى المقاومة.

تقليل السرعة: إذا تم تقليل القوة الدافعة أو زيادة القوى المقاومة (مثل زيادة مقاومة الماء بسبب تغير الظروف)، ستقل السرعة.

التوقف: عند إيقاف المحرك أو عندما تكون القوى المقاومة كبيرة جدًا، سيتوقف القارب وتعود السرعة إلى الصفر.

يمكن للقارب ذو محرك عادي أن يصل إلى أقصى سرعة له عندما يكون المحرك في حالة جيدة ويتم كما أنه تصل سرعة القوارب ذات المحركات العادية إلى حوالي 30-40 كم بانتظام.

ولكن يمكن أن تختلف هذه السرعة تبعاً لعدة عوامل مثل وزن 48-64 في الساعة

القارب، حمولته، وظروف البحر

للتحكم في اتجاه قارب بمحرك عادي يعتمد على مبادئ الديناميكا الهوائية والمائية. فيزيائياً، يتم التحكم في اتجاه القارب من خلال تغيير اتجاه قوة الدفع التي يولدها المحرك و/أو عن طريق استخدام الدفة: **كيف يتم ذلك؟؟**

1-الدفة: عندما تتحرك الدفة إلى اليمين أو اليسار، فإنها تغير اتجاه تدفق الماء خلف القارب. هذا يخلق فرقاً في الضغط على جانبي الدفة، مما يؤدي إلى توليد قوة جانبية تدفع مؤخرة القارب في الاتجاه المعاكس لحركة الدفة، وبالتالي يتحول مقدمة القارب إلى الجانب الذي تحركت إليه الدفة.

2-المحرك: في القوارب ذات المحركات الخارجية، يمكن تحريك المحرك كله جانبياً، مما يغير اتجاه الدفع مباشرةً ويؤثر على اتجاه القارب.

3-التوازن الهيدروديناميكي: يجب أن يكون تصميم القارب متوازناً بحيث يمكن التحكم في اتجاهه بكفاءة. الشكل الديناميكي للهيكل يساعد في الحفاظ على مسار مستقيم عندما تكون الدفة نشطة.

4-التيارات والرياح: يجب على القائد أن يأخذ في الاعتبار التيارات المائية والرياح التي يمكن أن تؤثر على مسار القارب

ويجب تعديل الدفة والمحرك وفقاً لذلك للحفاظ على الاتجاه المطلوب

5-قوانين الحركة: وفقاً لقوانين نيوتن للحركة، فإن أي تغيير في الحركة يتطلب قوة. عندما يتم تطبيق قوة (مثل تلك التي تولدها الدفة أو المحرك)، يتغير اتجاه القارب وفقاً لذلك. التحكم في اتجاه القارب يتطلب معرفة بكيفية تفاعل هذه العوامل معاً والقدرة على التنبؤ بكيفية تأثير تغييرات معينة على حركة القارب.

ولنعرف مكان القارب بالتحديد بعد كل حركة نستعمل:

$$\vec{x} = \frac{1}{2} \vec{a} t^2 + \vec{v} t + \vec{x}_0$$

الدراسة الرياضيّة:

1- معطيات المسألة:

- كتلة القارب: 800 كجم
كثافة الهواء: 1.255 (كجم/متر مكعب)
كثافة الماء: 1000 (كجم/متر مكعب)
تسارع الجاذبية: 9.81 (متر/ثانية²)
سرعة القارب: 10 (متر/ثانية)
المساحة العرضيّة للقارب 3 (متر مربع)
معامل السّحب: 0.9
معامل الاحتكاك: 0.05
المساحة العرضيّة للرفع: 2 (متر مربع)
معامل الرفع: 1.2
معامل المقاومة الكلية: 0.15
معامل الاحتكاك السطحي: 0.05
معامل السّحب الموجي: 0.08
معامل الجرّ الشكلي: 0.02

2- الحسابات الرياضيّة:

أ- حساب قوة السّحب:

$$F_d = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times C_d \times A$$

$$F_d = \frac{1}{2} \times 1.225 \times 10^2 \times 0.9 \times 3 = 165.375 \text{ نيوتن}$$

$$F_d = 165.375 \text{ نيوتن}$$

ب- حساب قوة الدّفع:

$$V_{exit} = 12 \text{ متر/ثانية وسرعة القارب } V_{exit} = 12$$

$$V_{boat} = 10 \text{ متر/ثانية } V_{boat} = 10$$

$$F_{thrust} = m \times (V_{exit} - V_{boat})$$

$$F_{thrust} = 800 \times (12 - 10)$$

$$F_{thrust} = 1600 \text{ نيوتن}$$

$$L = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times A \times Cl$$
$$L = \frac{1}{2} \times 1.225 \times 10^2 \times 2 \times 1.2$$
$$L = 147 \text{ نيوتن}$$

د-حساب قوّة الطّفو:

متر مكعب $V_{displaced}=0.8V_{displaced}=0.8$

$$F_b = \rho W \times g \times V_{displaced}$$
$$F_b = 1000 \times 9.81 \times 0.8$$
$$F_b = 7848 \text{ نيوتن}$$

ه-حساب قوّة الاحتكاك:

بافتراض أن القوة العمودية:

نيوتن $F_{\eta}=600F_{\eta}=600$

$$F_K = \mu \times F_{\eta}$$
$$F_K = 0.05 \times 600$$
$$F_K = 30 \text{ نيوتن}$$

وتكون محصّلة القوى الناتجة:

$$\sum F = F_d + L + F_b + F_K$$
$$\sum F = 165.375 + 147 + 7848 + 30$$
$$\sum F = 8190.375$$

نيوتن $\sum F = 8190.375$

3-حساب معادلات تأثير القوى في حالات الصدم:

أ-حساب السّرعة بعد الصّدمة:

بافتراض كتلة القارب الآخر:

كجم $m_0=400m_0=400$

$$V = -Fdm+m0\frac{Fd}{m + m_0}m+m0Fd$$

$$V = -165.375800+400\frac{165.375}{800 + 400}800+400165.375$$

$$V = -0.138 \text{ متر/ثانية}$$

ب-حساب التسارع بعد الصدمة:

$$a = -Fdm+m0\frac{Fd}{m + m_0}m+m0Fd$$

$$a = -0.138 \text{ متر/ثانية}^2$$

ج-حساب الزاوية بعد الصدمة:

افتراض عزم القصور الذاتي:

$$I=500I = 500I=500 \text{ راد/ثانية}^2 \alpha=2\alpha = 2\alpha=2 \text{ راد/ثانية}^2 \text{ والتسارع الزاوي } \alpha=2$$

$$\theta = I\times\alpha m\times V^2\frac{I \times \alpha}{m \times V^2}m\times V^2I\times\alpha$$

$$\theta = 0.0125 \text{ راد}$$

د-حساب الطاقة الحركية:

$$K = \frac{1}{2} \times m \times V$$

$$K = 40000 \text{ جول}$$

4-معادلة برنولي:

فترض أنا

- $P_1=20000P_{_1} = 20000P1=20000$ باسكال
- $P_2=15000P_{_2} = 15000P2=15000$ باسكال
- $h_1=3h_{_1} = 3h1=3$ متر
- $h_2=1h_{_2} = 1h2=1$ متر
- $v_1=4v_{_1} = 4v1=4$ متر/ثانية
- $v_2=6v_{_2} = 6v2=6$ متر/ثانية

تكون معادلة برنولي:

$$P_1+\rho gh_1+0.5\rho v_1^2=P_2+\rho gh_2+0.5\rho v_2^2P_{_1} + \rho gh_{_1} + 0.5\rho v_{_1}^2 = P_{_2} + \rho gh_{_2} + 0.5\rho v_{_2}^2P1+\rho gh1+0.5\rho v1^2=P2+\rho gh2+0.5\rho v2^2$$

بتعويض القيم نجد:

$$57430=42810+18000$$

الدراسة الخوارزمية

مع تطور الحوسبة، أصبحت الخوارزميات أداة قوية لتحليل البيانات المعقدة ومحاكاة الأنظمة الديناميكية. في مشروعنا "محاكاة قارب بمحرك عادي"، سيتم تطوير خوارزمية متقدمة تتيح محاكاة حركة القارب بناءً على المدخلات الفيزيائية والمعادلات الرياضية. تهدف هذه الدراسة إلى تحويل النموذج الرياضي إلى برنامج حاسوبي يمكنه محاكاة السيناريوهات المختلفة لحركة القارب في ظروف تشغيلية متنوعة. ستساعد هذه الخوارزمية في تحسين فهمنا لسلوك القارب وتوفير أداة فعالة للمهندسين لتحليل الأداء وتحسين التصميمات المستقبلية.

الخطوات التي اتبعناها لبناء الدراسة الخوارزمية:

1-تحديد الثوابت والقوى الفيزيائية:

يحتوي على جميع المعاملات الفيزيائية ذات الصلة (boatForces) الخطوة: إنشاء كائن مثل قوة الدفع، معامل السحب، الكتلة، والقوى الأخرى التي تؤثر على القارب:

```
.  
const boatForces = {  
  thrustForce: 10,  
  dragCoefficient: 0.1,  
  waterReactionForce: 0.01,  
  mass: 100,  
  decelerationRate: 0.98,  
  waveAmplitude: 0,  
  waveFrequency: 1,  
  windForce: 0.05,  
  sinkingThreshold: 300  
};
```

2-تنفيذ دالة التّحديث الرئيسيّة:

كتابة دالة update()

والتي تستدعي بانتظام لتحديث موضع القارب ودورانه بناءً على قيم وقوى حالية.

3-حساب قوة الدفع:

تحديد تسارع الدفع لمحاكاة قوة المحرك عند الضغط على مفتاح "W"

```
const thrustAcceleration = keyStates["KeyW"] ?
```

```
boatForces.thrustForce / boatForces.mass : 0;
```

4-حساب قوّة السّحب:

حساب قوة السحب بناءً على سرعة القارب

```
const dragForce = boatForces.dragCoefficient * this.speed.vel *  
this.speed.vel;
```

ثم تحديد تسارع السحب المقابل

```
const dragAcceleration = -Math.sign(this.speed.vel) * dragForce /  
boatForces.mass;
```

5-تطبيق قوّة رد فعل الماء:

قوة مقاومة إضافية صغيرة تتناسب مع تسارع ردة فعل الماء من أجل محاكاة رد فعل الماء على حركة القارب

```
const waterReactionAcceleration = -this.speed.vel *  
boatForces.waterReactionForce;
```

6-دمج القوى لتحديد السّرعة:

جمع تسارعات الدّفع والسحب ورد فعل الماء لحساب التسارع الكلي ثم تحديث سرعة القارب

```
const totalAcceleration = thrustAcceleration + dragAcceleration +  
waterReactionAcceleration;  
this.speed.vel += totalAcceleration;
```

7-تنفيذ منطق التباطؤ:

إضافة منطق لتقليل سرعة القارب تدريجيا اذا كان في حالة توقف حتى يتوقف تماما من أجل محاكاة سلوك التوقف الواقعي:

```
if (this.isStopping) {this.speed.vel *= boatForces.decelerationRate;  
  if (Math.abs(this.speed.vel) < 0.01) {  
    this.speed.vel = 0;  
    this.isStopping = false;}  
}
```

8-إضافة تأثير الأمواج:

إنشاء دالة لمحاكاة الحركة العاموديّة للقارب بسبب الأمواج وذلك باستخدام دالة جيبية:

```
applyWaveEffect() {  
    const waveEffect = Math.sin(performance.now() * 0.001 *  
boatForces.waveFrequency) * boatForces.waveAmplitude;  
    this.boat.position.y = 13 + waveEffect; // Adjusting the Y position of  
the boat  
}
```

9-محاكاة تأثير الرياح:

إنشاء دالة لتطبيق الحركة الأفقية الناتجة عن تأثير الرياح باستخدام دالة جيب لتغيير التأثير بمرور الوقت:

```
applyWindEffect(boat) {  
    if (boat.boat) {  
        const windDirection = this.direction.clone().normalize();  
        const windImpact = windDirection.multiplyScalar(this.speed *  
boatForces.windForce);  
        boat.boat.position.add(windImpact);  
        const sideImpact = windDirection.dot(new THREE.Vector3(1, 0, 0));  
        boat.speed.rot += sideImpact * 0.0001;  
        boat.speed.rot = Math.max(Math.min(boat.speed.rot, 0.02), -  
0.02); }}
```


11- تنفيذ آلية الغرق:

إضافة دالة لخفض موضع القارب تدريجياً إذا تجاوزت كتلته حدًا معيناً لمحاكاة الغرق:

```
sink() {  
    this.boat.position.y -= 1; // Sinking the boat}
```

شرط تطبيق الدالة sink():

```
if (boatForces.mass > boatForces.sinkingThreshold) {  
    this.sink();}
```

12- تحديث موضع القارب:

في نهاية دالة update()،

ترجمة موضع القارب بناءً على سرعته :

```
this.boat.translateX(this.speed.vel);
```

13- إضافة لوحة تحكم: إضافة لوحة تحكم في واجهة المستخدم من أجل التعديل على قيم القوى المؤثرة:

```
const gui = new dat.GUI();  
gui.add(boatForces, 'thrustForce', 0, 50, 0.1).name('Thrust Force');  
gui.add(boatForces, 'dragCoefficient', 0, 1, 0.01).name('Drag Coefficient');  
gui.add(boatForces, 'waterReactionForce', 0, 0.1, 0.001).name('Water  
Reaction Force');  
gui.add(boatForces, 'mass', 30, 2700, 1).name('Boat Mass');  
gui.add(boatForces, 'decelerationRate', 0.9,  
1,0.001).name('DecelerationRate');  
gui.add(boatForces, 'waveAmplitude', 0, 2, 0.1).name('Wave  
Amplitude').onChange(updateWater);  
gui.add(boatForces, 'waveFrequency', 0, 1, 0.1).name('Wave  
Frequency').onChange(updateWater);  
gui.add(boatForces, 'windForce', 0, 0.5, 0.01).name('Wind Force');  
const windGui = gui.addFolder('Wind Settings');  
windGui.add(wind, 'speed', 0, 0.3, 0.01).name('Wind Speed');  
windGui.open\(\);
```

لأنّ الصّعوبات هي جزء طبيعيّ من أي مشروع تطويري، ومن خلال التعامل معها بشكا فعال سنكتسب مهارات قيمة تساعدنا على تحقيق نجاح اكبر في مشاريعنا المستقبلية .

أ-الصّعوبات:

- 1- تحويل الفهم الفيزيائي والهندسي الى فهم برمجي وذلك لانها كانت المرة التي نحول مفاهيمنا الفيزيائية الى برمجية .
- 2- تطبيق فكرة تحويل القوى الى اشعة
- 3-تحليل تصرفات القارب وتفاعله مع القوى الأخرى

ب- النتائج:

أظهرت نتائج مشروع محاكاة حركة قارب بمحرك عادي أنّ:

- 1-تغيّرات الطّفو وحركة المياه تؤثر بشكل مباشر على حركة القارب.
- 2-تغيرات واضحة في مسار الحركة والتسارع الذي يصل اليه القارب مما يسلط الضوء على أهمية فهم تأثير المتغيرات المختلفة على أداء وسلوك القارب في البيئات الواقعية.

تقسيم العمل:

الدّراسة الفيزيائيّة: أحمد عوّاد عيد – سنا خالد الخوص – أمل محمّد شعبان – دانية محمد عادل دالاتي.

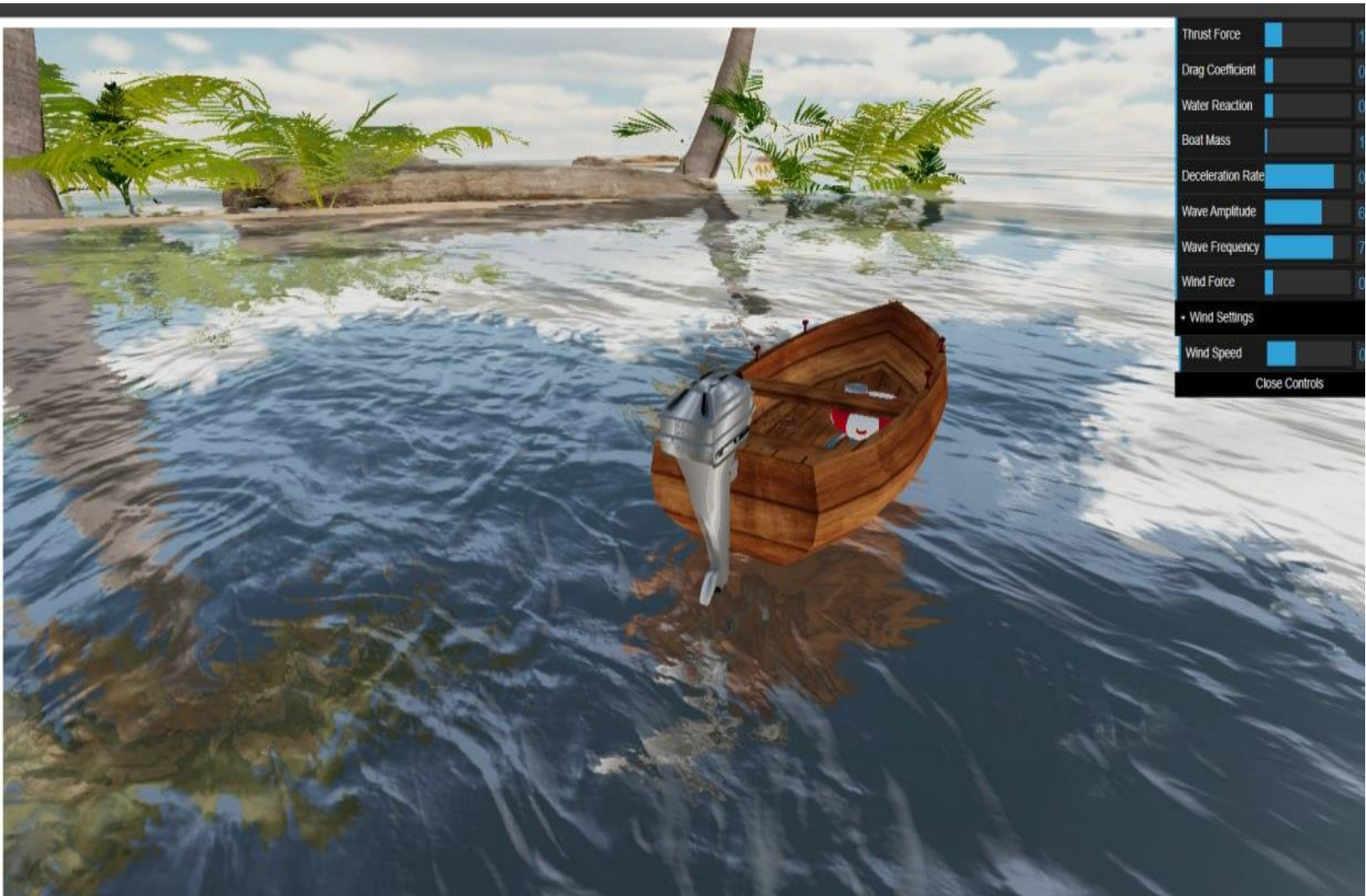
الدّراسة الرّياضيّة: دانية محمد عادل دالاتي – أحمد عوّاد عيد

الدّراسة الخوارزمية: محمد خالد قطيش – نور الدّين محمّد البندقجي

رسم القارب: سنا خالد الخوص – أمل محمد شعبان.

كتابة كود الفيزياء: محمد خالد قطيش – نور الدّين محمّد البندقجي - أحمد عوّاد عيد – دانية محمد عادل دالاتي.

بعض الصور عن تنفيذ المشروع



المراجع

*<https://mawdoo3.com/%D8%AA%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D9%82%D8%A7%D8%AA%D8%B9%D9%84%D9%89%D8%AF%D8%A7%D9%81%D8%B9%D8%A9%D8%A3%D8%B1%D8%AE%D9%85%D9%8A%D8%AF%D8%B3>

*<https://mawdoo3.com/%D9%82%D8%A7%D9%86%D9%88%D9%86%D8%A3%D8%B1%D8%AE%D9%85%D9%8A%D8%AF%D8%B3%D9%84%D9%84%D8%B7%D9%81%D9%88>

*[https://bedaya-](https://bedaya-consulting.com/opportunities/%D9%81%D8%A7%D9%8A%D8%A8%D8%B1-%D8%AC%D9%84%D8%A7%D8%B3/)

[consulting.com/opportunities/%D9%81%D8%A7%D9%8A%D8%A8%D8%B1-%D8%AC%D9%84%D8%A7%D8%B3/](https://bedaya-consulting.com/opportunities/%D9%81%D8%A7%D9%8A%D8%A8%D8%B1-%D8%AC%D9%84%D8%A7%D8%B3/)

<http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/gegevensinzameling/nomenclaturen/nacebel/>

*<https://www.wikidata.org/wiki/Special:EntityPage/Q112111570>

*<https://www.arageek.com/l/%D9%85%D8%A7-%D9%87%D9%8A-%D8%AF%D8%A7%D9%81%D8%B9%D8%A9-%D8%A7%D8%B1%D8%AE%D9%85%D9%8A%D8%AF%D8%B3>

*<https://mawdoo3.com/%D9%82%D9%88%D8%A9%D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%81%D8%B9>

*<https://youtu.be/OaRfXthP8fw?si=uUk2Q4kiVC-b95b8>

* <https://threejs-journey.com/>