



وزارة التعليم العالي
الجامعة التقنية الوسطى
المعهد التقني / كوت

البحث مقدم الى قسم التقنيات البتروكيمياوية المعهد التقني-كوت

عنوان البحث
(ميكانيك الموائع)

اعداد الطالبان
ضرغام عدنان يحيى
مصطفى اياد صبار

بأشراف
الأستاذ حيدر محمد
2023م/1444هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿أَقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ﴿١﴾ خَلَقَ الْإِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ﴿٢﴾﴾

﴿أَقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ ﴿٣﴾ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ﴿٤﴾﴾

﴿عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ﴿٥﴾﴾

الإهداء

إلى معلم الإنسانية ونبراس الهدى أبو القاسم محمد (ص)

إلى من أفضلها على نفسي، ولم لا؛ فلقد ضحّت من أجلي

ولم تدّخر جهداً في سبيل إسعادي على الدوام

(أمي الحبيبة).

نسير في دروب الحياة، ويبقى من يُسيطر على أذهاننا في كل مسلك نسلكه

صاحب الوجه الطيب، والأفعال الحسنة.

فلم يبخل عليّ طيلة حياته

(والدي العزيز).

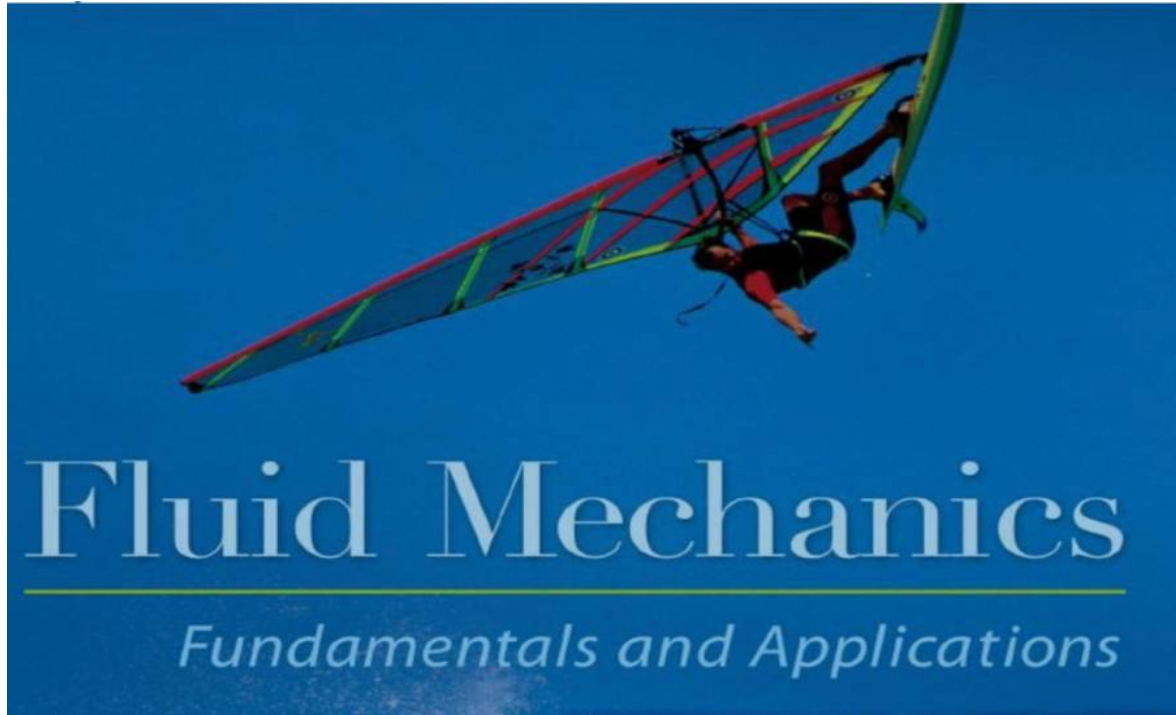
إلى أصدقائي، وجميع من وقفوا بجواري وساعدوني بكل ما يملكون، وفي أصدّة كثيرة

أقدّم لكم هذا البحث، وأتمنّى أن يحوز على رضاكم.

إلى الاعتراز والتقدير والاحترام استاذتي الافاضل واخص بالذكر الاستاذ (حيدر محمد حسين)

المعهد التقني - الكوت / قسم التقنيات البتروكيمياوية

Fluid Mechanics



المقدمة

تمتلك ميكانيكا الموائع مكانة هامة في الفيزياء والهندسة والعلوم التطبيقية الأخرى . إنها فرع من فروع الفيزياء الذي يدرس سلوك الموائع والغازات وكيفية تفاعلها مع القوى والحركة والطاقة . تعتمد ميكانيكا الموائع على قوانين الحركة والديناميكا لتحليل وفهم حركة الموائع وتوزيع الضغط والكثافة والسرعة في مختلف الوسطاء .

تشمل مفاهيم ميكانيكا الموائع تدفق الموائع والتحليل الرياضي للتيارات المائية والهوائية، والاهتمام بالقوى المؤثرة على الموائع والجسيمات المحتوية فيها، بما في ذلك قوى الجاذبية والضغط والقوى السطحية . وتشمل تطبيقاتها الهندسية تصميم وتحليل أنظمة الأنابيب ومحركات الطائرات والمحركات البحرية والمضخات والمراوح وأنظمة التبريد.

تتضمن أيضًا ميكانيكا الموائع الدراسة العملية للاختبارات والتجارب المختلفة، والتي يمكن استخدامها لتحديد خصائص الموائع وتقييم أدائها، مثل اللزوجة والكثافة والضغط والتدفق . ويعتبر مجال الميكانيكا الحديثة للموائع مجالًا مثيرًا للاهتمام والتحدي، حيث يستخدم المهندسون والباحثون في هذا المجال أحدث التقنيات والأدوات الحاسوبية لحل التحديات التي تواجههم في تصميم الأنظمة وتحليلها وتحسين أدائها .

من أهم التطبيقات العملية لميكانيكا الموائع هو تصميم أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، والتي تتضمن دراسة التدفقات الهوائية والتحليل الحراري لتحسين كفاءة النظام وتحقيق الراحة الحرارية والتهوية الجيدة في المباني . وتشمل التطبيقات الأخرى في ميكانيكا الموائع تصميم السدود والسدود العالية ومنشآت الري والأنابيب والصمامات والمضخات والمراوح وأنظمة التبريد والتكييف ومعدات النقل .

تعتبر ميكانيكا الموائع مجالًا مثيرًا للاهتمام والبحث، حيث يستخدم الباحثون في هذا المجال تقنيات النمذجة الرياضية والحوسبة العددية والتجارب الحقيقية لتحسين فهمنا لحركة الموائع وسلوكها في مختلف الظروف والظروف المختلفة . وتعتبر ميكانيكا الموائع جزءًا أساسيًا من الهندسة الميكانيكية والهندسة الكيميائية والهندسة البيئية والعديد من الحقول الأخرى التي تتطلب فهمًا دقيقًا لحركة وتفاعل الموائع .

الفهرس

ص 5 /المقدمة

ص7/الفصل الأول /الغازات في ميكانيك الموائع

ص8/أنواع الغازات

ص10/أنواع تدفق الغازات

ص11/ خصائص الغازات

ص12 الفصل الثاني / السوائل في ميكانيك الموائع

ص14/خصائص السوائل

ص16 /أنواع التدفق في السوائل

ص17/اللزوجة

ص19/ الكثافة

ص21/الفصل الثالث ،قانون برنولي

ص22/نافييه-ستوكس

ص23/قانون بواسون

ص24/مواضيع في ميكانيك الموائع

ص25/ علاقه ميكانيك الموائع في الطب

ص26/علاقه ميكانيك الموائع بالبترول

ص28 /نبذه مختصره عن ميكانيك الموائع

الفصل الاول

الغازات في ميكانيك الموائع

الغازات : هيه احدى الحالات الثلاثة التي تهتم بها الديناميكا الحرارية والتي تعد من الموائع و لها القابلية للسريان و لا تقاوم تغير شكلها.

إن الغازات موائع أي أن لها قابلية للسريان ولا تقاوم تغيير شكلها، بالرغم من أن لها لزوجة. وعلى غير ما يحدث في السوائل، فإن الغازات حرة لا تشغل حجماً ثابتاً ولكنها تملأ أي فراغ يتاح لها. وطاقة حركة الغازات هي ثاني أهم شيء في حالات المادة (بعد البلازما).

ونظراً لزيادة طاقة حركة الغازات فإن جزيئات وذرات الغاز تميل لأن تشغل كل حجم متاح لها، بل النفاذ أيضاً خلال حائل من مادة مسامية، ويزداد ذلك بزيادة طاقة حركتها. ويوجد مفهوم خاطئ يتعلق بأن اصطدام الجزيئات ببعضها ضروري لمعرفة ضغط الغاز، ولكن الحقيقة أن سرعاتها العشوائية كافية لتحديد ضغطها. الاصطدامات بين الجزيئات مهمة فقط للتفاعلات الكيميائية حيث تفسر نظرية التصادم حدوث تفاعل بين جزيئات مادتين. كما يصف توزيع ماكسويل-بولتزمان توزيع سرعات الجزيئات في الغاز واعتمادها على درجة الحرارة ويأخذ الحركة الحرارية للغاز في الحسبان.

تختلف حركة جسيمات الغاز عن حركة جسيمات السوائل التي تتلامس. فعند تواجد جسيمات، مثل حبيبات غبار في غاز نجد أنها تتحرك في حركة براونية، ونشاهد ذلك أحيانا في شعاع الشمس وحركة الغبار في الهواء. وحيث أنه لا توجد تقنية حالية تمكننا من ملاحظة حركة جسيم غازي (ذرة أو جزيء)، فإن الحسابات النظرية فقط تعطي تصورا عن كيفية تحركهم، ولكن حركة ذرات غاز أو غاز مكون من جزيئات (الأكسجين) أو النيتروجين حيث يتكون كل منهما من ذرتين مرتبطتين،

فهي تختلف عن الحركة البروانية. والسبب في هذا أن الحركة البروانية تتضمن حركة جسيم غبار تحت تأثير محصلة اصطدامات ذرات الغاز بها، ويتكون جسيم الغبار غالباً من مليارات الذرات. ويتحرك في أشكال حادة عشوائياً.

توجد الغازات على عدة أنواع و منها:

الغازات الصناعية: هي غازات يتم إنتاجها ومعالجتها واستخدامها في تطبيقات صناعية مختلفة. تلعب هذه الغازات دوراً مهماً في صناعات مثل التصنيع والطاقة والرعاية الصحية والإلكترونيات والمزيد. غالباً ما يتم إنتاجها بكميات كبيرة ويتم توفيرها في أشكال مضغوطة أو مسيلة

الغازات الطبيعية : هي مزيج من الغازات الهيدروكربونية التي تحدث بشكل

طبيعي وتوجد في باطن الأرض. وهي تتكون أساساً من الميثان (CH_4) ، ولكن يمكن أن تحتوي أيضاً على هيدروكربونات أخرى مثل الإيثان (C_2H_6) والبروبان (C_3H_8) والبيوتان (C_4H_{10}) وكميات صغيرة من الغازات الأخرى.

فيما يلي بعض الميزات الرئيسية للغاز الطبيعي:

1. **التركيب:** الغاز الطبيعي هو في الغالب غاز الميثان (عادة أعلى من 70-90%) ، وهو وقود أحفوري نظيف الاحتراق. يحتوي أيضاً على كميات أقل من الهيدروكربونات الأخرى ، مثل الإيثان والبروبان والبيوتان ، بالإضافة إلى شوائب مثل النيتروجين وثاني أكسيد الكربون وكميات ضئيلة من الغازات الأخرى.

2. **التكوين:** يتكون الغاز الطبيعي على مدى ملايين السنين من تحلل المواد العضوية ، مثل النباتات والحيوانات الميتة ، المدفونة في أعماق قشرة الأرض. توجد عادة في الخزانات بجانب رواسب النفط أو في الجيوب المعزولة تحت الأرض.

3. **الاستخراج:** يتم استخراج الغاز الطبيعي من خلال حفر الآبار في الخزانات الجوفية. ثم يتم إحضار الغاز إلى السطح باستخدام مجموعة من فروق الضغط والمضخات وأحياناً تقنيات التكسير الهيدروليكي ("التكسير").

4. **الاستخدامات:** للغاز الطبيعي تطبيقات مختلفة. يستخدم على نطاق واسع كوقود للتدفئة والطهي في البيئات السكنية والتجارية والصناعية. كما أنه يستخدم كوقود لتوليد الكهرباء في محطات الطاقة وكمواد أولية لإنتاج الأسمدة والبلاستيك والمواد الكيميائية الأخرى.

5. **المزايا:** يعتبر الغاز الطبيعي وقودًا أحفوريًا أنظف احتراقًا مقارنة بالفحم والنفط ، حيث ينبعث منه كميات أقل من غازات الدفيئة والملوثات عند الاحتراق. ينتج كميات أقل من ثاني أكسيد الكربون (CO2) وثاني أكسيد الكبريت (SO2) وأكاسيد النيتروجين (NOx) والجسيمات. كما أنها أكثر كفاءة في استخدام الطاقة وتنوعًا.

6. **التوزيع:** يتم نقل الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب ومحطات الغاز الطبيعي المسال والغاز الطبيعي المضغوط (CNG) للتخزين والتوزيع على مختلف المستخدمين النهائيين ، بما في ذلك القطاعات السكنية والتجارية والصناعية.

من المهم ملاحظة أنه على الرغم من أن الغاز الطبيعي وقود أحفوري أنظف نسبيًا ، إلا أن استخراج ونقله واستخدامه يمكن أن يكون له آثار بيئية ، مثل انبعاثات الميثان والمخاطر المحتملة المرتبطة بالبنية التحتية والحوادث. يظل الانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة هدفًا مهمًا في التخفيف من تغير المناخ

الغازات السامة : هي غازات يمكن أن تكون ضارة أو حتى مميتة للكائنات الحية ، بما في ذلك البشر. يتم إنتاجها عادةً عن طريق العمليات الصناعية أو التفاعلات الكيميائية أو المصادر الطبيعية. يمكن استنشاق الغازات السامة أو امتصاصها من خلال الجلد ، مما يؤدي إلى مجموعة متنوعة من الآثار الصحية اعتمادًا على الغاز والتركيز المحدد.

أنواع التدفق في الغازات :

1. التدفق الرقائقي: يحدث التدفق الصفحي عندما يتحرك الغاز في طبقات متوازية ملساء بدون اختلاط أو اضطراب كبير. في التدفق الصفحي ، تتحرك جزيئات الغاز بطريقة منظمة على طول المسارات الانسيابية. يتميز بسرعات منخفضة ونمط تدفق يمكن التنبؤ به. يتم ملاحظة التدفق الصفحي في المواقف التي يتحرك فيها الغاز عبر قنوات صغيرة أو أنابيب ذات معدلات تدفق منخفضة.

2. التدفق المضطرب: يتميز التدفق المضطرب بالحركة الفوضوية غير المنتظمة لجزيئات الغاز. يحدث بسرعات أعلى أو في المواقف التي توجد فيها عوائق أو اضطرابات في مسار التدفق. يتميز التدفق المضطرب بالدوامات والدوامات واختلاط جزيئات الغاز. يمكن أن يؤدي إلى انخفاضات ضغط أعلى وزيادة فقدان الطاقة مقارنة بالتدفق الرقائقي.

3. التدفق الانتقالي: التدفق الانتقالي هو حالة وسيطة بين التدفق الصفحي والاضطراب. يحدث عندما تنتقل ظروف التدفق من الصفحي إلى المضطرب أو العكس. في التدفق الانتقالي ، هناك مزيج من الخصائص الصفائحية والمضطربة ، مع تقلبات متقطعة وعدم انتظام في نمط التدفق.

4. التدفق الثابت: يشير التدفق الثابت إلى تدفق الغاز حيث لا تتغير الظروف في أي نقطة معينة في النظام بمرور الوقت. تظل خصائص الغاز مثل السرعة والضغط ودرجة الحرارة ثابتة في موقع معين. يمكن أن يكون التدفق الثابت إما رقائقيًا أو مضطربًا.

5. التدفق غير المستقر: يشير التدفق غير المستقر ، المعروف أيضًا باسم التدفق العابر ، إلى تدفق الغاز حيث تتغير الظروف بمرور الوقت. تختلف خصائص الغاز في موقع معين مع الوقت. يمكن أن يحدث التدفق غير المستقر أثناء عمليات بدء التشغيل أو إيقاف التشغيل أو بسبب التغيرات في ظروف النظام أو المدخلات.

6. التدفق المضغوط: يتم ملاحظة التدفق القابل للضغط عندما تتغير كثافة الغاز بشكل كبير على طول مسار التدفق. يتأثر هذا النوع من التدفق بالتغيرات في الضغط ودرجة الحرارة والسرعة. يعتبر التدفق القابل للضغط مهمًا بشكل خاص في التدفقات عالية السرعة ، مثل تدفق الغاز عبر الفوهات والتوربينات والضواغط

بعض خصائص الغازات:

1. **التوسع:** تتمتع الغازات بالقدرة على توسيع وملء أي حاوية تشغلها. ليس لديهم شكل أو حجم ثابت وسوف ينتشرون بشكل موحد لملء المساحة المتاحة.
2. **الانضغاط:** الغازات قابلة للانضغاط للغاية مقارنة بالسوائل والمواد الصلبة. بسبب المساحات الكبيرة بين جزيئات الغاز ، فإن الضغط يمكن أن يقلل بشكل كبير من حجم الغاز.
3. **السيولة:** مثل السوائل ، تعتبر الغازات أيضًا سوائل لأنها يمكن أن تتدفق وتتحرك بحرية. لا يمتلكون بنية صلبة ، وجزيئاتهم تتحرك بشكل عشوائي في جميع الاتجاهات.
4. **الكثافة المنخفضة:** الغازات عمومًا ذات كثافة منخفضة مقارنة بالسوائل والمواد الصلبة. ويرجع ذلك إلى المساحات الكبيرة بين جزيئات الغاز والكتلة الصغيرة نسبيًا للجزيئات نفسها.
5. **الانتشار والانصباب:** تنتشر الغازات بقدرتها على الاختلاط والانتشار بشكل موحد من خلال عملية تسمى الانتشار. يمكن أن تمر الغازات أيضًا عبر فتحات صغيرة أو مواد مسامية ، تُعرف باسم الانصباب.
6. **الضغط المتغير:** تمارس الغازات ضغطًا على جدران الحاوية الخاصة بها بسبب التصادم الثابت لجزيئات الغاز مع سطح الحاوية. يُعرف هذا الضغط باسم ضغط الغاز ويقاس بوحدات مثل الأجواء (ATM) أو Pascals (PA).
7. **الطاقة الحركية العالية:** جزيئات الغاز لها طاقة حركية عالية ، مما يعني أنها في حركة ثابتة. يتحركون بسرعات عالية ويتصادمون مع بعضهم البعض وجدران الحاوية ، مما يؤدي إلى الضغط والحركة العشوائية. من أمثلة الغازات الأكسجين والنيروجين والهيدروجين وثنائي أكسيد الكربون والهيليوم وغيرها الكثير. تلعب الغازات أدوارًا أساسية في مختلف المجالات .
8. **الاعتماد على درجة الحرارة:** تتأثر الغازات بشدة بالتغيرات في درجة الحرارة. مع زيادة درجة الحرارة ، تكتسب جزيئات الغاز طاقة حركية أكثر وتتحرك بشكل أسرع ، مما يزيد من الضغط والحجم.
9. **سلوك الغاز المثالي:** في ظل ظروف معينة ، تتبع الغازات قانون الغاز المثالي ، الذي يتعلق بالضغط والحجم ودرجة الحرارة وعدد جزيئات الغاز. هذا السلوك لا يفترض أي قوى بين الجزيئات وحجم جسيمات ضئيل. من المهم ملاحظة أن هذه الخصائص قد تختلف باختلاف عوامل مثل درجة الحرارة والضغط وطبيعة

الفصل الثاني

السوائل في ميكانيك الموائع

تتعلق ميكانيكا الموائع بدراسة حركة السوائل والغازات وتفاعلاتها مع القوى المختلفة المؤثرة عليها، سواء كانت قوى وزن السائل أو القوى الحرارية أو القوى الخاصة بالتدفقات. وتشمل السوائل المواد السائلة مثل الماء والزيوت والكحول وغيرها، في حين تشمل الغازات المواد الغازية مثل الهواء والأكسجين والنيتروجين وغيرها.

وتعتبر السوائل من المواد المهمة جدًا في حياتنا اليومية، حيث تتواجد في العديد من التطبيقات المختلفة، مثل أنظمة توزيع المياه والصرف الصحي ومحطات توليد الكهرباء والمكائن والمحركات والمضخات والصمامات والأنابيب وغيرها. وتتفاعل السوائل مع القوى المختلفة بطرق معقدة ويمكن التحكم في تلك التفاعلات من خلال فهم ميكانيكا الموائع.

وتشمل دراسة ميكانيكا السوائل العديد من المفاهيم والمبادئ الأساسية، مثل التدفق والضغط والكثافة واللزوجة والتوتر السطحي وغيرها، وتستخدم تلك المفاهيم في حل العديد من المشاكل الهندسية والتصميمية في مجالات مثل الهندسة المدنية والهندسة الميكانيكية والهندسة البيئية وغيرها.

المفاهيم الأساسية في ميكانيك الموائع:-

1. **السوائل وخصائصها:** تعتبر السوائل من المواد التي تأخذ شكل الحاوية التي تحتوي عليها. تتميز السوائل بقدرتها على التدفق والتشكل والتأثر بالقوى الخارجية. تتضمن خصائص السوائل الأساسية الكثافة واللزوجة والضغط وقوى التوتر السطحي.

2. **المعادلات الأساسية في ميكانيكا السوائل:** تستخدم المعادلات الأساسية لوصف وتحليل تصرف السوائل. تشمل هذه المعادلات معادلة الاستمرارية ومعادلة الحركة. معادلة الاستمرارية توضح أن كمية السائل المتدفقة إلى حجم معين يجب أن تكون متساوية لكمية السائل المتدفقة منه. معادلة الحركة ترتبط بين القوى والتسارع في السائل وتسمح بتوصيف تدفق السائل وتأثيراته الديناميكية.

3. **التدفق والتشابك:** يشير التدفق إلى حركة السوائل بشكل مستمر عبر مساحة ثلاثية الأبعاد. يتم تصنيف التدفقات إلى عدة أنواع مثل التدفق اللامتزايد والتدفق المشحون والتدفق الداخلي والخارجي. بالإضافة إلى ذلك، يشير التشابك إلى تغيير شكل السائل بسبب التأثيرات الخارجية مثل القوى المطبقة عليه.

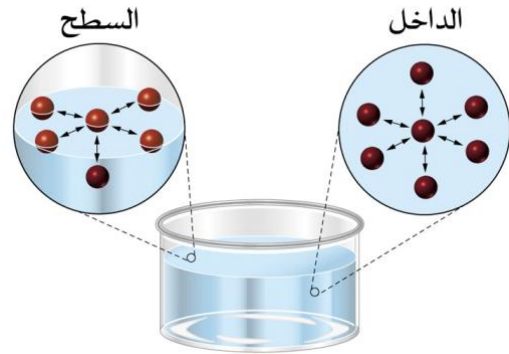
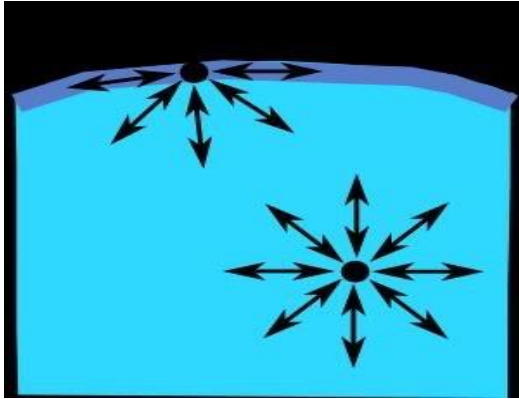
4. **قوى السوائل والضغط:** يتعلق فهم قوى السوائل بتحليل وتفسير القوى التي تؤثر على السوائل وتنتج منها. تتضمن هذه القوى قوى الضغط وقوى الاحتكاك. تتميز السوائل بعدة خصائص فيزيائية مهمة،

ومن بين هذه الخصائص:

1- **الكثافة:** وهي الكتلة الموجودة في وحدة حجم السائل. وتتأثر الكثافة بدرجة حرارة السائل، حيث ترتفع الكثافة عند انخفاض درجة حرارة السائل.

2- **اللزوجة:** وهي مقدار مقاومة السائل للتدفق، وتتأثر بدرجة الحرارة والضغط. فعلى سبيل المثال، تتزايد لزوجة المواد السائلة بزيادة الضغط، وتنخفض بارتفاع درجة الحرارة.

3- **التوتر السطحي:** وهو قوة الجذب بين جزيئات السائل في السطح الحر، ويؤثر على خواص التبلور والتحلل للمواد السائلة. وتزيد قيمة التوتر السطحي عندما تكون المادة السائلة قطبية أو لها جزيئات كبيرة الحجم.



صوره رقم 1-2 التوتر السطحي في السوائل

4- الانضغاطية: وهي مقدار تغير حجم السائل بالتغير في الضغط، وتعتمد قيمة الانضغاطية على خصائص السائل وحالة الضغط.

5- درجة الحرارة: وهي المقياس الرئيسي لحركة جزيئات السائل، حيث تؤثر درجة الحرارة على اللزوجة والكثافة والتوتر السطحي وغيرها من الخصائص الفيزيائية للسائل.

وتختلف هذه الخصائص الفيزيائية للسوائل بين نوع السائل ودرجة حرارته وضغطه، وتلعب دوراً هاماً في فهم خواص السوائل وسلوكها في العديد من التطبيقات العلمية والصناعية

أنواع التدفق في السوائل:

تعرف ميكانيكا السوائل عدة أنواع للتدفقات في السوائل، وتفهم هذه الأنواع مساهمتها في فهم سلوك السوائل وتصميم التطبيقات الهندسية. إليك بعض الأنواع الشائعة للتدفقات في السوائل:

1. **التدفق اللامتزايد (Steady Flow):** في هذا النوع من التدفق، يبقى السائل في حالة تدفق ثابتة مع مرور الوقت. يتغير التدفق بين نقاط مختلفة في الوسط السائل، ولكنه يظل ثابتاً على مدار الزمن. يُستخدم التدفق اللامتزايد في تحليل تصميم الأنابيب والقنوات وتوزيع السوائل في التطبيقات الهندسية.

2. **التدفق المشحون (Unsteady Flow):** في هذا النوع من التدفق، يتغير السائل مع مرور الوقت. يحدث هذا النوع من التدفق عندما يتغير معدل تدفق السائل أو حالته في نقطة معينة مع مرور الوقت. قد يكون التدفق المشحون ضرورياً لتحليل تأثيرات غير ثابتة مثل التغيرات الزمنية في الضغط أو التدفق في تطبيقات محددة.

3. **التدفق الداخلي والتدفق الخارجي (Internal Flow and External Flow):** يعتمد هذا التصنيف على موقع التدفق بالنسبة للأجسام المحيطة. يشير التدفق الداخلي إلى تدفق السائل داخل ممر مغلق مثل الأنابيب أو الممرات الداخلية في الأجهزة. بالمقابل، يشير التدفق الخارجي إلى تدفق السائل حول جسم خارجي مثل تدفق الهواء حول جسم طائر أو تدفق الم

اللزوجة وعلاقتها بمكانيك الموائع:-

تتعلق اللزوجة بقوة المقاومة التي تظهر عندما تتحرك المواد في الموائع. وهي تحدد مدى صعوبة تدفق المواد في الموائع ومدى قوة المقاومة التي يواجهها السائل عند تدفقه في قنوات صغيرة.

يمكن القول إن اللزوجة هي خاصية تتعلق بالتفاعل بين الجزيئات في المادة، وهي تعتمد على قوى الانجذاب بين هذه الجزيئات. وتعتبر المواد التي لديها لزوجة عالية أكثر مقاومة للتدفق.

من الناحية الفيزيائية، يتم قياس اللزوجة بوحدة تسمى باسكال-ثانية (Pa.s)، وهي وحدة تقيس المقاومة التي يواجهها السائل عند تدفقه عبر سطح مستو وبسرعة معينة.

تأثير اللزوجة على ميكانيكا الموائع يمكن وصفه بشكل مبسط عن طريق معادلة نافيه-ستوكس (Navier-Stokes)، والتي تصف تدفق الموائع في أي ظروف، سواء كانت السوائل ثابتة أو تتحرك.

يمكن استخدام معادلة نافيه-ستوكس لحساب الضغط والسرعة والكثافة واللزوجة وغيرها من الخصائص الهامة للموائع. ويمكن استخدام هذه المعادلة لحل مشكلات الميكانيكا الحرارية والسوائل، بما في ذلك حركة السوائل في الأنابيب وتيارات الهواء حول الأجسام.

استنادًا إلى معادلة نافيه-ستوكس، يمكن التعرف على العديد من المفاهيم المتعلقة باللزوجة، بما في ذلك:

تدفق لامتزازي: هو تدفق الموائع الذي يحدث في قنوات صغيرة، والذي يعتمد على اللزوجة. يعني ذلك أن المواد الأكثر لزوجة تتحرك ببطء أكبر من المواد الأقل لزوجة، حتى في قنوات صغيرة.

رقم رينولدز: يستخدم رقم رينولدز لتحديد نوع التدفق في الموائع، وهو يحتوي على متغيرات مثل الكثافة والسرعة واللزوجة وأبعاد الجسم. عندما يكون الرقم رينولدز أقل من 2300، يكون التدفق لامتزازي، أما عندما يكون الرقم رينولدز أكبر من 4000، يكون التدفق توربيولانتس (متعدد الطبقات)، وعندما يكون الرقم رينولدز بين 2300 و4000، فإن التدفق يكون انتقالي.

معامل الاحتكاك: يتم استخدام معامل الاحتكاك لوصف قوة الاحتكاك بين المواد. وتزداد القوة مع زيادة اللزوجة.

التوتر القصي: يعد التوتر القصي عاملاً مهمًا في ميكانيكا الموائع، ويعبر عن القوة التي تؤثر على المواد عند تحريكها. وتزداد القوة مع زيادة اللزوجة.

الاهتزازات الحرارية: يؤدي الاهتزاز الحراري إلى زيادة الحركة العشوائية لجزيئات المواد، مما يؤدي إلى زيادة اللزوجة. ويمكن أن تؤثر المتغيرات الحرارية المختلفة على قيمة اللزوجة.



صوره رقم 3 اللزوجة في السوائل

الكثافة:-

الكثافة هي كمية تصف كمية المادة الموجودة في الوحدة الحجمية. في ميكانيكا الموائع، الكثافة هي مقدار كتلة الوحدة الحجمية من السائل أو الغاز. تمثل الكثافة عادة بالرمز اليوناني " ρ " وتُقاس بالوحدة كيلوغرام لكل متر مكعب (kg/m^3) في النظام الدولي للوحدات.

تتعلق الكثافة بميكانيكا الموائع عندما تحتوي المادة على خصائص سوائل وغازات، حيث يمكن تحديد كثافة السائل أو الغاز في حالة سكون أو تدفق. ويمكن استخدام الكثافة في حسابات ميكانيكا الموائع لحل العديد من المشاكل، مثل حساب تدفق السوائل في الأنابيب والتصميم الهندسي لمضخات السوائل والغازات.

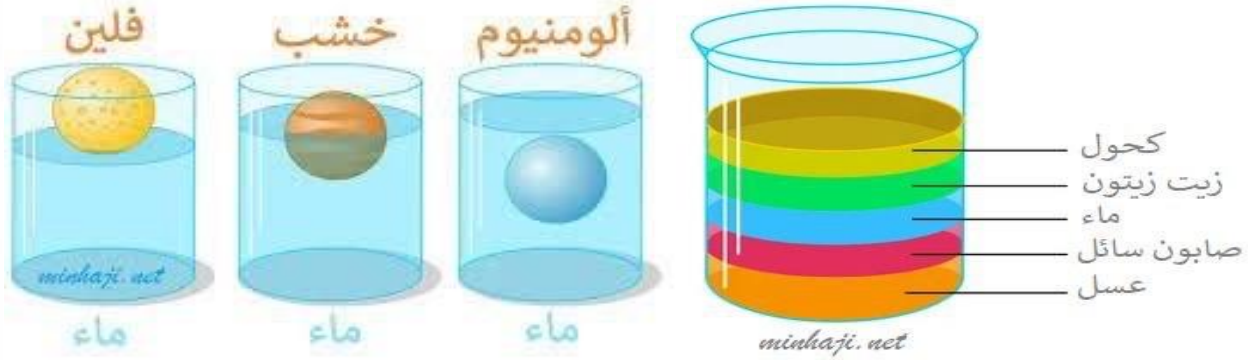
كما أن الكثافة لها علاقة وثيقة بالضغط والتوتر السطحي، فعندما تتأثر مادة ما بتأثير الضغط أو التوتر السطحي، يتغير حجم المادة ويتأثر وزنها النوعي، مما يؤدي إلى تغير الكثافة. كما أن دراسة تأثير درجات الحرارة المختلفة على الكثافة لها أيضاً دور مهم في ميكانيكا الموائع، فكثافة بعض المواد تتغير بشكل كبير مع تغير درجة الحرارة.

يمكن حساب الكثافة بشكل مباشر من خلال العلاقة:

$$\rho = m / V$$

حيث " ρ " هي الكثافة، " m " هي الكتلة، و" V " هي الحجم.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الكثافة في عدة تطبيقات ميكانيكية مهمة، مثل حساب معدل التدفق، وتصميم الخزانات والأنابيب، وتحليل التوتر السطحي والضغط الداخلي للأنابيب والخزانا



صوره رقم 4 - 5 اختلاف الكثافة بين السوائل

الفصل الثالث

بعض القوانين الخاصه بميكانيكية المرائع :

قانون برنولي :-

قانون برنولي هو أحد القوانين الأساسية في ميكانيك الموائع، وهو يصف علاقة الضغط والسرعة والارتفاع للسوائل في الأنابيب المفتوحة والمغلقة. ويتمثل هذا القانون في أنه كلما زادت سرعة المائع أو الغاز في أنبوب ضيق، فإن الضغط الذي يمر به المائع يقل، والعكس صحيح، أي كلما قلت سرعة المائع في أنبوب واسع، فإن الضغط يزيد.

يمكن تمثيل قانون برنولي بالصيغة التالية:

$$P + (1/2)\rho v^2 + \rho gh = \text{Constant}$$

حيث P هو الضغط، ρ هي الكثافة، v هو السرعة، h هو الارتفاع، و Constant هو ثابت التدفق. وبالتالي، عندما يتحرك المائع في أنبوب معين، يزيد سرعته في الأماكن الضيقة من الأنبوب وينخفض الضغط، وبالتالي فإنه يتدفق إلى الأماكن التي يكون فيها الضغط أقل.

يتم استخدام قانون برنولي في العديد من التطبيقات، مثل تصميم أنظمة الأنابيب والمضخات والمحركات وأنظمة التهوية، وتصميم أنظمة الطاقة المائية والري والصرف الصحي. كما يمكن استخدامه لحساب سرعة وضغط المائعات في مجالات مثل الهندسة المدنية والهندسة الكيميائية والهندسة البترولية والهندسة الميكانيكية

قانون نافيه-ستوكس

قانون نافيه-ستوكس: هو قانون فيزيائي يصف العلاقة بين التدفق اللاحدودي للسوائل والغازات، وهو يتضمن معادلتين رياضيتين تعبر عن حركة الموائع في الفراغ.

تم اكتشاف هذا القانون في القرن التاسع عشر على يد عالم الرياضيات الفرنسي جورج ستوكس والفيزيائي الفرنسي كلاود ديوس نافيه.

يمكن تعبير قانون نافيه-ستوكس على النحو التالي:

$$\nabla \times u = -\partial p / \partial x$$

$$\nabla \cdot u = 0$$

حيث:

u هو السرعة اللاحدودية للموائع.

p هو الضغط في الموائع.

∇ هو المشتق الجزئي.

∂ هو المشتق الجزئي للضغط.

x هي إحدى الإحداثيات الفضائية.

القيمة الثابتة هي قيمة السرعة اللاحدودية للموائع في الفراغ.

يمكن فهم قانون نافيه-ستوكس بأنه يصف حركة الموائع في الفراغ اللاحدودي، حيث يشير الجزء الأول من المعادلة إلى توزيع الضغط في الفراغ اللاحدودي وتأثيره على السرعة اللاحدودية للموائع، في حين يشير الجزء الثاني من المعادلة إلى أن حجم الموائع المتدفقة داخل أي جزء من الفراغ اللاحدودي يتساوى بحجم الموائع المتدفقة خارجه.

يستخدم قانون نافيه-ستوكس في دراسة الأنظمة اللاحدودية مثل الطيران وحركة السوائل في الفضاء، كما يمكن استخدامه لحل مجموعة واسعة من المشكلات الهندسية والفيزيائية المتعلقة بالموائع

قانون بواسون

قانون بواسون هو قانون فيزيائي يصف العلاقة بين الضغط وحجم السائل في درجة حرارة ثابتة. يقول القانون إن الضغط المطبق على سائل في درجة حرارة ثابتة يتناسب عكسياً مع حجم السائل، بمعنى آخر، عندما يزداد الحجم، ينخفض الضغط، وعندما ينخفض الحجم، يرتفع الضغط.

وتعرف هذه العلاقة باسم "التناسب العكسي"، حيث أن القوة التي يمارسها السائل على الجدران تتناسب عكسياً مع المساحة التي تتفاعل معها، وبالتالي فإنه عندما يزيد الحجم (أي المساحة التي يتفاعل معها السائل)، يتناقص الضغط، والعكس صحيح.

ويمكن تمثيل قانون بواسون رياضياً باستخدام المعادلة التالية:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

هما P_2 و V_2 هما الضغط والحجم الأوليين للسائل، و P_1 و V_1 حيث الضغط والحجم النهائيين. ويمكن استخدام هذه المعادلة لحساب أي من الأربعة المتغيرات إذا كانت المتغيرات الأخرى معروفة.

يعتبر قانون بواسون أحد القوانين الأساسية في ميكانيكا السوائل ويستخدم في تطوير الأنظمة الهيدروليكية والإنتاج الصناعي والتكنولوجيا الحيوية وغيرها من التطبيقات الهامة.

موضوعات في ميكانيك الموائع :-

1. **التربينات الشفطية:** وهي تربينات تستخدم في صناعة الطائرات والمروحيات وتعتمد على تغيير الضغط والتدفق لتوليد الحركة والقوة.
2. **التدفق المتعدد الطور:** وهو التدفق الذي يحدث في الموائع التي تحتوي على أكثر من طور واحد، ويشمل ذلك التدفق الثلاثي الأبعاد والتدفق الحدودي والتدفق السطحي.
3. **الموائع الغير نيوتونية:** وهي الموائع التي تعرض خصائص تدفق غير اعتيادية، ومنها الجيلاتين والطين والعجائن.
4. **التدفقات الحرارية:** وهي تدفقات الموائع التي تتأثر بالتغيرات في درجات الحرارة، وتشمل ذلك التدفقات الطبيعية والتدفقات المستخدمة في صناعة التبريد والتدفئة.
5. **تطبيقات ميكانيكا الموائع في الطب:** وتشمل ذلك استخدام الموائع في أنظمة تسليم الأدوية والأجهزة الطبية وتحسين تدفق الدم في الأوعية الدموية.

يدخل مكانيك الموائع في الطب في بعض الحالات منها :-

تحسين تدفق الدم في الأوعية الدموية باستخدام تقنيات المحاكاة الحاسوبية. تقنيات المحاكاة الحاسوبية تستخدم في ميكانيكا الموائع لتحليل تدفق السوائل والغازات في أنظمة مختلفة، ومن بينها الأوعية الدموية.

تحسين تدفق الدم في الأوعية الدموية يعني تحسين الدورة الدموية في الجسم، ويمكن تحقيق ذلك باستخدام تقنيات المحاكاة الحاسوبية لتحليل تدفق الدم في الأوعية الدموية والتعرف على المناطق التي يوجد بها تشوهات أو انسدادات في الشرايين والأوردة والشعيرات الدقيقة.

يمكن استخدام النتائج التي تم الحصول عليها من التحليل بواسطة تقنيات المحاكاة الحاسوبية لتحديد الأدوية المناسبة والجراحة اللازمة لتحسين تدفق الدم في الأوعية الدموية. كما يمكن استخدامها لتصميم أجهزة وأدوات طبية مثل الدعامات والأنابيب والصمامات التي يمكن استخدامها لتحسين تدفق الدم في الأوعية الدموية.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام تقنيات المحاكاة الحاسوبية لتحليل تأثير العوامل المختلفة مثل الضغط والتدفق والتصاق الدم على تدفق الدم في الأوعية الدموية، وهذا يمكن أن يساعد في فهم أسباب الأمراض القلبية والأوعية الدموية وتطوير علاجات جديدة لها

مكانيك الموائع وعلاقتها بالبتترول

تعتبر ميكانيك الموائع من الأساسيات اللازمة في صناعة البترول وتكنولوجيا الحفر والإنتاج والتكرير، ويمكن استخدام مفاهيم ميكانيك الموائع في عدة مجالات مختلفة في صناعة البترول، من بينها:

1. **الاختبارات اللاهوائية للآبار:** يمكن استخدام ميكانيك الموائع لتحليل نتائج الاختبارات اللاهوائية للآبار، مثل اختبار اختراق الجدار واختبار تدفق الحفر واختبار الاستجابة للضغط وغيرها، وذلك لتحديد خصائص الصخور والسوائل المختلفة في الآبار.

2. **إنتاج النفط والغاز:** تستخدم تقنيات ميكانيك الموائع في إنتاج النفط والغاز من الآبار، حيث يتم تحديد تدفق السوائل والغازات ومراقبة ضغط البئر ودرجة حرارتها وغيرها، كما يمكن استخدام ميكانيك الموائع لتصميم الأنابيب والصمامات والمضخات والتوربينات وغيرها من المعدات اللازمة لعملية الإنتاج.

3. **صناعة التكرير:** تستخدم تقنيات ميكانيك الموائع في صناعة التكرير للتحكم في تدفق السوائل والغازات والبخار في المصافي وتصميم المفاعلات الكيميائية والفواصل والمبادلات الحرارية وغيرها من المعدات المستخدمة في صناعة التكرير.

4. **حفر الآبار:** تستخدم تقنيات ميكانيك الموائع في حفر الآبار، حيث يتم تحديد الضغط والتدفق ودرجة الحرارة في الآبار واختيار السوائل المناسبة للحفر والتحكم في تدفقها وحفظ استقرار البئر.

5. **تقنيات الضخ والحقن:** تستخدم ميكانيك الموائع في تصميم وتشغيل أنظمة الضخ والحقن في صناعة البترول، حيث يتم تحديد ضغط وتدفق السوائل والغازات والمواد الكيميائية المستخدمة في هذه العمليات، وتحسين كفاءة الإنتاج والتكلفة.

6. **تقنيات تخزين الغاز الطبيعي:** تستخدم تقنيات ميكانيك الموائع في تصميم وتشغيل أنظمة تخزين الغاز الطبيعي تحت الأرض، حيث يتم تحديد خصائص الصخور والسوائل في الطبقات الجيولوجية وتحسين عمليات التخزين والاستخراج.

7. **تقنيات تنقية المياه:** تستخدم تقنيات ميكانيك الموائع في تصميم وتشغيل أنظمة تنقية المياه المستخدمة في صناعة البترول، حيث يتم تحديد تدفق وضغط المياه وتحسين عمليات التنقية والإزالة للشوائب والملوثات.

8. **تقنيات تقييم الأضرار:** تستخدم تقنيات ميكانيك الموائع في تقييم الأضرار والتلف في أنابيب النفط والغاز والمعدات الأخرى في صناعة البترول، حيث يتم تحديد تدفق وضغط السوائل والغازات ودرجة الحرارة والتحكم في الأضرار المحتملة.

9. **تقنيات الحفر الأفقي:** تستخدم تقنيات ميكانيك الموائع في الحفر الأفقي، حيث يتم تحديد ضغط السوائل والتحكم في تدفقها والحفاظ على استقرار البئر وتحسين عمليات الحفر والإنتاج.

هذه بعض الاستخدامات الحديثة لميكانيك الموائع في صناعة البترول، وهناك العديد من التطبيقات الأخرى

نبذة مختصرة عن ميكانيك الموائع

ميكانيكا الموائع هي فرع من الفيزياء الذي يهتم بدراسة حركة الموائع وخصائصها الفيزيائية، مثل الضغط والكثافة وسرعة التدفق والقوى المؤثرة على الموائع. تشمل مجالات الدراسة في ميكانيكا الموائع على سبيل المثال، الديناميكا الحرارية للسوائل والغازات ونقل الكتلة والطاقة في التدفقات، وكذلك تأثيرات التشوه والاحتكاك على الحركة. يتم استخدام ميكانيكا الموائع في تطوير تقنيات عديدة في مجالات مثل الطيران والفضاء والطاقة والصناعة والطب، وهي مهمة لفهم الظواهر الطبيعية وتحسين الأداء الهندسي والصناعي.

بالإضافة إلى ذلك، تتضمن ميكانيكا الموائع دراسة تدفقات الموائع حول الأجسام الصلبة وحول المستويات السطحية مثل الأنابيب والأخاديد، وكيفية تحريك الموائع في مساحات ضيقة مثل الفجوات والقنوات. يتم استخدام هذا العلم لتطوير الأجهزة الطبية مثل أجهزة التنفس الاصطناعي وأجهزة التصوير الطبي، بالإضافة إلى تطوير أنظمة تبريد الحاسوب والمحركات الكهربائية وتقنيات الإنتاج الصناعي. وفي النهاية، فإن دراسة ميكانيكا الموائع تمكن العلماء والمهندسين من فهم السلوك الفيزيائي للسوائل والغازات، وتحسين التصميمات الهندسية وتحسين الأداء الفني والتقنيات في العديد من المجالات المختلفة.

بعض المفاهيم الأساسية في ميكانيكا الموائع تشمل الضغط والكثافة وسرعة التدفق والقوى المؤثرة على الموائع. الضغط هو القوة التي تمارسها المادة على السطح ويتم قياسه بوحدة الباسكال. والكثافة هي كمية المادة الموجودة في الوحدة الحجمية وتقاس بوحدة الكيلوغرام لكل متر مكعب.

وتتعلق سرعة التدفق بكمية المواد التي تمر عبر وحدة زمنية وتقاس بوحدة اللتر في الثانية. والقوى المؤثرة على الموائع تشمل القوة الطاردة والقوة الاحتكاكية والقوة الثقالية، وتتحكم في حركة وسلوك الموائع.

يمكن استخدام معادلات ميكانيكا الموائع لحساب وتحليل خصائص الموائع وتحديد التغيرات في الحركة والضغط والتدفق عند تطبيق قوى مختلفة عليها. ومن خلال النمذجة والمحاكاة الحاسوبية، يمكن للمهندسين والعلماء تصميم وتحسين أنظمة الموائع وتحديد التحديات والمشاكل التي يواجهونها في العمليات الحية.

وفي النهاية، فإن دراسة ميكانيكا الموائع تعتبر أساسية لفهم الكثير من الظواهر الطبيعية المختلفة، بالإضافة إلى الإسهامات الكبيرة التي تقدمها في تطوير التقنيات والأجهزة المستخدمة في العديد من المجالات المختلفة.

المصادر العلمية (fluid mechanics)

- 1) ميكانيكا الموائع: الأساسيات والتطبيقات "بقلم يونس أ. سينجل وجون إم سيمبالا
- 2) مبادئ ميكانيكا السوائل"، تأليف د. حسين القسبي
- 3) مبادئ ميكانيكا السوائل"، تأليف د. عصام مصطفى
- 4) مقدمة في ميكانيكا السوائل"، تأليف د. حسين السلطان
- 5) مقدمة في ميكانيكا السوائل"، تأليف د. أحمد الخيفي
- 6) مبادئ ميكانيكا السوائل وتطبيقاتها الهندسية"، تأليف د. أسامة خيري
- 7) الهندسة العامة في ميكانيكا السوائل"، تأليف د. صلاح الدين الحسيني
- 8) ميكانيكا السوائل والهندسة البيئية"، تأليف د. عماد الحربي
- 9) التدفقات في المواسير"، تأليف د. محمد عبد الحليم
- 10) تحليل الأداء للمضخات الدوارة"، تأليف د. خالد الحمدان
- 11) التحليل الرياضي للتدفقات في الموائع"، تأليف د. محمد سعيد الدغيم
- 12) ميكانيكا السوائل وتطبيقاتها العملية"، تأليف د. ياسر الفضلي

التوصيات

تدرس ميكانيكا الموائع الحركة والتفاعلات الديناميكية للسوائل والغازات، وهي فرع هام في الهندسة الميكانيكية والصناعية. إذا كنت ترغب في دراسة ميكانيكا الموائع، فإليك بعض التوصيات التي قد تساعدك:

1. تعلم الأساسيات: يمكنك البدء بالتعرف على المفاهيم الأساسية لميكانيكا الموائع، مثل الضغط والكثافة والتدفق والانتقال الحراري.

2. دراسة الرياضيات: يعتمد الفهم الجيد لميكانيكا الموائع على فهم الرياضيات، مثل الجبر والتفاضل والتكامل. لذلك، يجب عليك التركيز على دراسة الرياضيات بشكل جيد.

3. دراسة الديناميكا الحرارية: تعتبر الحرارة عاملاً مهماً في ميكانيكا الموائع، لذلك يجب عليك دراسة الديناميكا الحرارية وفهم كيفية تأثير الحرارة على الموائع.

4. استخدام البرامج الحاسوبية: يمكن استخدام البرامج الحاسوبية المتخصصة في ميكانيكا الموائع، مثل ANSYS Fluent و OpenFOAM، لتحليل ونمذجة تدفق الموائع.

5. القراءة والبحث: يمكنك القراءة والبحث عن الكتب والمقالات والأبحاث المتعلقة بميكانيكا الموائع لزيادة فهمك ومعرفتك بالموضوع.

6. الاستشارة: إذا كنت تواجه مشاكل أو تحتاج إلى المزيد من التوضيح، يمكنك الاستشارة مع خبراء ميكانيكا الموائع للحصول على المساعدة المطلوبة.

الاستنتاجات

ميكانيكا الموائع هي فرع هام في الهندسة الميكانيكية والصناعية، وتدرس الحركة والتفاعلات الديناميكية للسوائل والغازات. بعد دراسة ميكانيكا الموائع، يمكن استنتاج العديد من الأشياء، من بينها:

1. تأثير التدفق على أداء الأجهزة الهندسية: يتأثر أداء الأجهزة الهندسية بشكل كبير بحركة الموائع في داخلها، ويمكن لدراسة ميكانيكا الموائع أن تساعد في تحسين أداء هذه الأجهزة.

2. فهم التدفقات داخل الأنظمة الحيوية: يمكن استخدام ميكانيكا الموائع في فهم التدفقات الداخلية للدم والأمعاء والرئتين والأنسجة الحية الأخرى، وهذا يساعد في فهم أداء الجسم البشري وعلاج الأمراض المختلفة.

3. تحسين أداء المحركات والآلات الحرارية: يتأثر أداء المحركات والآلات الحرارية بتدفق السوائل والغازات داخلها، ويمكن لميكانيكا الموائع أن تساعد في تحسين أداء هذه المحركات والآلات.

4. تحليل أنظمة التدفئة والتبريد: يتم استخدام ميكانيكا الموائع في تحليل أنظمة التدفئة والتبريد لفهم كيفية تدفق الموائع داخل هذه الأنظمة وكيفية تحسين كفاءتها.

5. فهم الظواهر الطبيعية: يمكن استخدام ميكانيكا الموائع في فهم العديد من الظواهر الطبيعية، مثل تيارات المحيطات وتدفق الرياح وحركة الغلاف الجوي، مما يساعد في فهم تأثيرات التغيرات المناخية وحركة الطقس.

6. تحليل التدفقات في البيئة الطبيعية: يمكن استخدام ميكانيكا الموائع في تحليل التدفقات المختلفة في البيئة الطبيعية، مثل تدفقات الأنهار والبحيرات والتيارات الجوية والتيارات البحرية، وهذا يساعد في فهم التأثيرات البيئية والحفاظ على البيئة الطبيعية.

7. تطوير التقنيات الصناعية: يمكن استخدام ميكانيكا الموائع في تطوير التقنيات الصناعية المختلفة، مثل الطائرات والسيارات والقوارب والأدوات الكهربائية والأجهزة الطبية والمزيد، وهذا يساعد في تطوير تقنيات أكثر كفاءة وأداءً عاليًا.

8. تطوير التكنولوجيا الطبية: يمكن استخدام ميكانيكا الموائع في تحليل وتصميم التقنيات الطبية المختلفة، مثل أجهزة التنفس الاصطناعي ومعدات الأشعة التشخيصية ومعدات العلاج الطبيعي، وهذا يساعد في تحسين العلاجات الطبية وزيادة فعاليتها.

بشكل عام، فإن دراسة ميكانيكا الموائع تتيح فهمًا عميقًا لحركة الموائع وتأثيراتها على الأنظمة الهندسية والطبيعية والبيئية، مما يساعد في تطوير تقنيات جديدة وتحسين التقنيات الحالية.