الفصل الأول: عموميات حول الموائع

تعريف المائع $(définition\ d'un\ fluide)$

الموائع وسط مادي مستمر، تتميز عن المواد الصلبة بغياب شكل معين لها، فهي تأخذ شكل الوعاء الذي يحتويها، كما تتميز بخاصيتها الانسيابية. تشمل الموائع السوائل و الغازات و نميز بينهما أن السوائل تشغل حجما محدودا بسطح حر، في حين أنّ الغازات تنتشر في كل الفضاء الذي يُعطى لها.

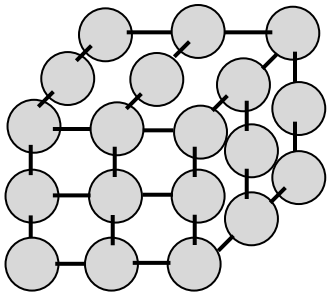
ميكانيك الموائع : هو علم من الميكانيك التطبيقي الذي يهتم بدراسة سلوك السوائل و الغازات في **السكون** أو **الحركة**، و كذلك التطبيقات و الاجهزة الصناعية التي تستخدم الموائع. يُقسم ميكانيك الموائع إلى قسمين أساسين:

أ) سكون الموائع : يدرس المائع عندما في حالة سكون

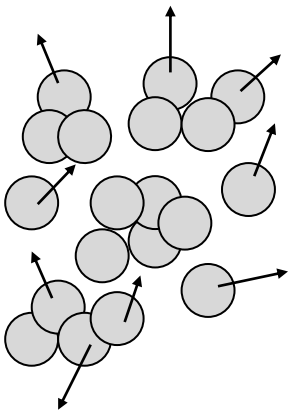
ب) ديناميك الموائع : يدرس المائع عندما يكون في حالة حركة

خصائص الموائع $(caractéristiques\ des\ fluides)$:

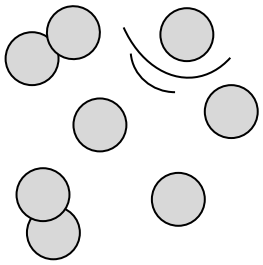
إنّ معرفة البنية الجزيئية للموائع تكون جد مهمة لتمييز مائع عن الآخر وفهم سلوك المائع في السكون أو الحركة. بمقارنة البنية الجزيئية للسوائل و الغازات بالجسم الصلب، نلاحظ أنّ:



الجسم الصلب له جزيئات متقاربة بطريقة مكثفة مع قوى ما بين الجزيئات كبيرة جدا و التي تسمح للجسم الصلب بالحفاظ على شكله الابتدائي.



بالنسبة **للسوائل** (الماء، الزيت، ...) الجزيئات أكثر تباعد، و القوى بين الجزيئات أضعف مقارنة بالجسم الصلب، و تكون للجزيئات حرية أكبر في الحركة. نتيجة لذلك فإنّ السوائل تتشوه بسهولة (بدون أن تكون لها إمكانية أن تُضغط بشدة مثل الغازات) و يمكنها الانسياب.

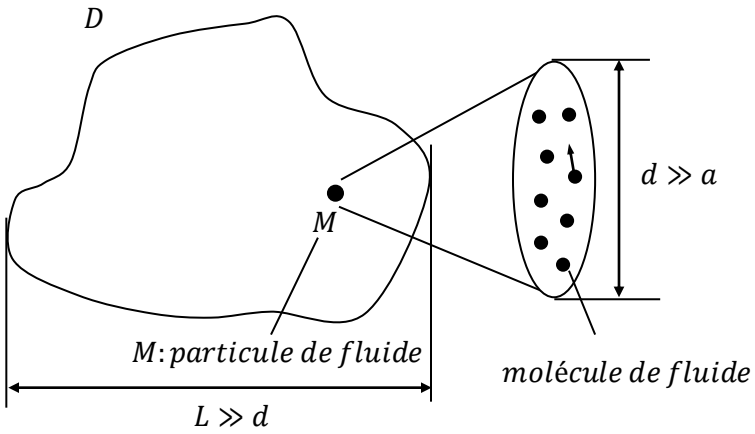


الغازات (الهواء، الأكسجين، ...) لها فضاء أكبر بين الجزيئات و تكون قوى الترابط ما بين الجزيئات اصغر و نتيجة لذلك تتشوه بسهولة و تكون قابلة للانضغاط (يمكنها أن تشغل أيّ وعاء توضع فيه).

الوسط المستمر و عنصر المائع $(Milieu\ continu\ et\ particule\ de\ fluide)$:

عنصر المائع$(particule\ de\ fluide)$:

عنصر المائع هو جزء من المائع الذي يوافقه في كل لحظة t، سرعة، ضغط، كتلة حجمية، درجة حرارة، ..... حيث يكون حجمه صغير جدا $(volume\ mésoscopique)$ مقارنة بالأبعاد الفيزيائية للجملة المدروسة، لكنه كبير جدا مقارنة بالبعد المتوسط بين الجزيئات، يحتوي على عدد كبير من الجزيئات. نفترض إذن أنّ كل هذه المقادير الفيزيائية (السرعة، الضغط، .....) تتغير بطريقة مستمرة في المائع، بمعنى ندرس المائع **كوسط مستمر**.



يمكن اعتبار المائع كمادة مكونة من عدد كبير من الجزيئات $(particules)$ المادية، صغيرة جدا، يمكنها الحركة بحرية بالنسبة لبعضها البعض. إذن المائع وسط مادي مستمر، قابل للتشوه، و الذي يمكنه الانسياب.

المميزات الفيزيائية للموائع $(Caracteristiques\ physiques\ des\ fluides)$:

أ) **الكتلة الحجمية** $(Masse\ volumique)$:

تعرف الكتلة الحجمية ρ لمادة بالنسبة: $\rho = dm/dV$، حيث dm كتلة المادة التي يحتويها الحجم dV.

وحدة الكتلة الحجمية هي: kg/m^3.

الكتلة الحجمية لبعض الموائع في درجة الحرارة $20\ °C$:

الماء	1000	الزيت	914
الزئبق	13600	الهواء	1,2

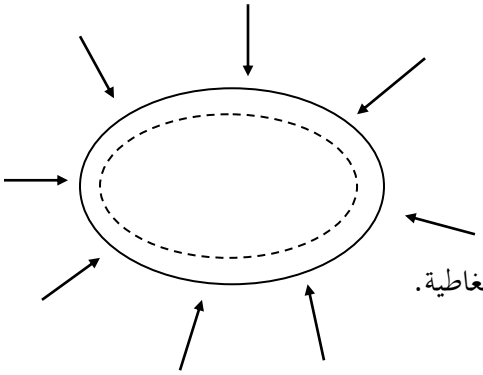
تنويه: تتعلق الكتلة الحجمية في **الغازات** بالضغط و درجة الحرارة.

ب) الكثافة $(densité)$:

تعرف كثافة مائع بنسبة الكتلة الحجمية للمائع إلى الكتلة الحجمية للمائع المرجع: $d = \rho/\rho_{ref}$.

بالنسبة للسوائل نأخذ الماء كمائع مرجع $(\rho_{ref} = 1000\ kg/m^3)$. في حالة الغازات نأخذ الهواء كمائع مرجع $(\rho_{ref} = 1{,}2\ kg/m^3)$.

ج) الانضغاطية $(Compressibilité)$:



تعريف الانضغاطية: الانضغاطية تعبر عن انخفاض الحجم عند زيادة الضغط.

مائع غير انضغاطي $(fluide\ incompressible)$:

نقول عن مائع أنه غير انضغاطي عندما لا يتغير الحجم المشغول بكتلة ما بدلالة الضغط الخارجي **و درجة الحرارة**. الكتلة الحجمية تبقى ثابتة أثناء الحركة $(\rho = Cte)$.#. يمكن اعتبار السوائل (الماء، الزيت، ...) موائع غير انضغاطية.

مائع انضغاطي $(fluide\ compressible)$:

نقول عن مائع أنه انضغاطي عندما يتغير الحجم المشغول بكتلة ما بدلالة الضغط الخارجي. (الكتلة الحجمية تكون متغيرة). تُعتبر الغازات، مثل الهواء، الهيدروجين، الميثان $(méthane)$ في الحالة الغازية، ...موائع انضغاطية.

د) اللزوجة $(la\ viscosité)$:

اللزوجة مقدار فيزيائي يعبر عن قوى الاحتكاك الداخلي بين طبقات المائع فيما بينها اثناء الانسياب. و هي تُعتبر عن مقاومة المائع للانسياب. إنّ الموائع التي لا تنساب بسهولة فهي ذات لزوجة كبيرة، أمّا الموائع التي تنساب بسهولة فهي ذات لزوجة ضعيفة.

يُعبر عن لزوجة مائع بمعامل اللزوجة η. وحدة قياس اللزوجة الديناميكية $[Pa.s] = [kg/m.s]$ أو Pl $(Poiseuille)$.

المائع	اللزوجة الديناميكية (η) $(kg/m.s)$
الماء $(0\ °C)$	$1{,}787.10^{-3}$
الماء $(20\ °C)$	$1{,}002.10^{-3}$
الماء $(100\ °C)$	$0{,}281.10^{-3}$
زيت الزيتون $(20\ °C)$	100.10^{-3}

اللزوجة الحركية $(la\ viscosité\ cinématique)$:

تُعرف اللزوجة الحركية ν بنسبة اللزوجة الديناميكية η و الكتلة الحجمية للمائع.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}\ [m^2.s^{-1}]$$

الضغط $(Pression)$:

الضغط هو نسبة القوة الشاقولية F على مساحة السطح المضغوط S و نكتب: $P = F/S$، وحدته N/m^2 أو $\#.Pa$

توجد وحدات أخرى لقياس الضغط موضحة في الجدول التالي:

وحدة الضغط	باسكال (Pa)	بار	ضغط جوي	سم زئبقي
باسكال	1	10^{-5}	$0{,}98.10^{-5}$	$0{,}75.10^{-2}$
بار	10^5	1	0,98	750
ضغط جوي	$1{,}013.10^5$	1,013	1	76
سم زئبقي	133,3	$0{,}133.10^{-2}$	$1{,}315.10^{-3}$	1