السائل عند هذا الضغط يحوله مباشرةً إلى غاز في انتقال الحالة المعروف بالتسامي. وتستخدم النقاط الثلاثية في العلوم كنقاط قياسية لمعايرة موازين الحرارة (الثيرمومترات). وتساعد النقطة الثلاثية للماء على تحديد مقياس الحرارة الثيرموديناميكي الذي يستخدمه العلماء ويقاس بوحدة الكلڤن (K) والصفر المطلق (Zero Kelvin = -273c).

فيزياء البلازما:

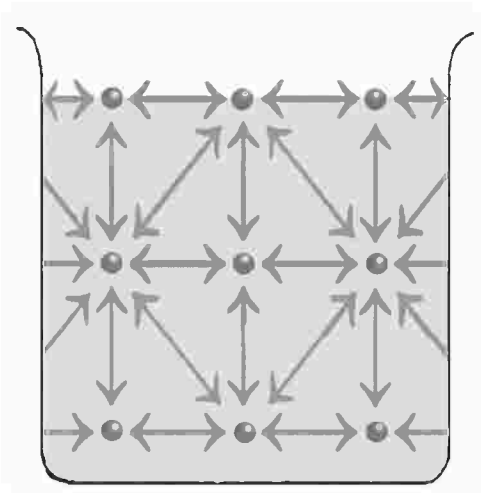
بالإضافة إلى المواد الصلبة والسوائل والغازات، توجد حالة رابعة للمادة تسمى البلازما، وهي عبارة عن غاز تم تسخينه لدرجة حرارة عالية جداً (تصل إلى آلاف الدرجات المئوية) لدرجة تمزق ذراته وجزيئاته، وتعرف هذه العملية بالتأيين وتنتج بحراً من الأنوية الذرية المشحونة بشحنات موجبة (تسمى أيونات) وجسيمات مشحونةً بشحنة سالبة تعرف بالإلكترونات.

تلعب البلازما دوراً مهماً في تصميم مفاعلات الاندماج وفي فيزياء الفلك، حيث تبرز في النجوم والسدم في الفراغ بين النجوم، وتشكل الأساس لبعض المحركات التجريبية للمركبات الفضائية. لكن من الممكن أن توجد البلازما قريبةً من الأرض مثل تكونها بشكل سريع في ضربات البرق، وأن تُنتج بشكل صناعي في شاشات البلازما التلفازية لتسخين الفسفور وجعله يشع بالضوء. عند تبريد البلازما يحصل عكس عملية التأيين، عملية تعرف بإعادة التجميع، وكما إنه يلزم طاقة لتكسير الروابط بين الأنوية الذرية والإلكترونات فإن هذه الطاقة نفسها يتم إطلاقها عند إعادة تجميع هذه الأنوية والإلكترونات.

السوائـل

التوتر السطحي:

تتصرف السوائل كما لو كانت مغطاةً بقشرة مرنة، وهذا التأثير يعرف بالتوتر السطحي للسوائل، وهو السبب في تشكلها على هيئة قُطيرات كروية، ويرجع السبب في وجود التوتر السطحي إلى قوى التجاذب بين جزيئات السائل. في داخل السائل في الأعماق



يكون الجزيء محاطاً بجزيئات أخرى ويتأثر بقوى تجاذب متساوية من كل الجهات، لذا تكون الجزيئات في حالة توازن، أما على السطح فإن الجزيئات تتعرض فقط لقوى التجاذب من أسفل، فتكون محصلة القوى المؤثرة للأسفل وتحاول ضغط السائل إلى أقل حجم ممكن هو القُطيرات الكروية.

ويكون التوتر السطحي للماء قوياً بما يكفي لحمل الأجسام الصغيرة التي تغرق بدونه، فالحشرات الصغيرة مثل الحشرات المعروفة بـ water boatmen تستفيد من هذا التأثير بالمشي على أسطح البرك والبحيرات.

الخاصية الشعرية:

الخاصية الشعرية من النتائج المباشرة للتوتر السطحي، وهي ما يجعل السائل الموجود في أنبوب ضيق يرتفع لأعلى. تقوم قوى الجذب التي بين جزيئات جدار الأنبوب بسحب سطح السائل في شكل منحنٍ يعرف بالسطح المحدب، هذا السطح المحدب يتكون في السطوح التي بين مائعين مختلفين في وعاء، وتكون حواف السطح المحدب باتجاه المائع الذي يتعرض لأقل تجاذب إلى جدران الوعاء، ففي حالة الماء والهواء في أنبوب زجاجي يكون الهواء أقل انجذاباً من الماء نحو الزجاج ولذا تكون حواف السطح المحدب باتجاهه، ثم يقوم التوتر السطحي بالسحب على حواف السطح المحدب لرفع الماء لأعلى الأنبوب.

ترتفع السوائل ذات الكثافة القليلة والتوتر السطحي العالي إلى أعلى الأنبوب الموضوعة فيه (ويزداد الارتفاع أيضاً كلما ازداد عرض الأنبوب ضيقًا)، وتظهر الخاصية الشعرية في الكثير من الظواهر في حياتنا مثل قدرة النباتات على امتصاص الماء من التربة، وامتصاص الورق الرقيق للماء.

مبدأ أرشميدس:

أي شيء يطفو – من الفلين إلى السفن– فإنه يطفو لأن معدل كثافته أقل من معدل كثافة الماء (أو السائل الذي يطفو على سطحه). ويطلق على هذا الفعل اسم الطفو، وعلى النظرية اسم مبدأ أرشميدس نسبةً إلى العالم اليوناني أرشميدس الذي عاش في سيراقوسة في القرن الثالث قبل الميلاد. يقول مبدأه أن الجسم الموضوع في الماء يتعرض لقوة تدفعه لأعلى بمقدار يساوي وزن الماء الذي أزاحه الجسم، وكلما كان الجسم أثقل انغمس في الماء أكثر مزيحاً مقداراً أكبر من الماء حتى تصبح قوة الدفع العلوي مساويةً لوزن الجسم وبالتالي تستطيع دفعه، وإذا لم يصل مقدار قوة الدفع إلى وزن الجسم فإن الجسم يغوص.

وبالرغم من أن السفن مصنوعة من الحديد الذي يعد أثقل من الماء فإن معدل كثافة السفن (الهيكل المعدني بالإضافة إلى الهواء بداخل السفينة) أقل بكثير من معدل كثافة الماء؛ مما يمكن السفينة من الطفو، وتستطيع الغواصات الغوص عن طريق أخذ كميات معينة من الماء للتحكم في مقدار طفوها.

اللزوجة:

قم بتحريك القهوة ثم قم بتحريك الدبس، في الفرق بينهما تكمن خاصية اللزوجة التي نستطيع فهمها على أنها مدى طراوة السائل، إلا أن العلماء يريدون تعريفاً أكثر ضبطاً ودقةً: تخيل أن عندك صفيحتين متوازيتين بعيدتين عن بعضهما بمسافة ثابتة وبينهما سائل، تقاس لزوجة هذا السائل بمدى القوة المانعِة التي يبذلها على الصفيحتين المعدنيتين عندما نحاول جعل إحداهما تنزلق على الأخرى.

من هذه الناحية نستطيع اعتبار اللزوجة احتكاك سائل خفيفاً، وفي الواقع يعد هو السبب في قوى ديناميكا الموائع التي تعمل على إبطاء حركة السيارات والطائرات خلال الجو، والسفن عبر البحار، وتعتمد اللزوجة على درجة الحرارة حيث تقل لزوجة أغلب السائل – وتصبح هذه السوائل أكثر جرياناً– عندما تزداد درجة حرارتها، فالماء الذي درجة حرارته 10C تربو لزوجته على أربعة أضعاف لزوجة الماء الذي درجة حرارته 100C.

الموائع النيوتونية:

إذا كانت لزوجة السائل لها قيمة محددة ثابتة لا تتأثر بسرعة جريان السائل فإنه يسمى (مائع نيوتوني)، مثل الماء وجميع الغازات المعروفة والعديد من مواد التشحيم الصناعية كزيوت المحركات، لكن بعض الموائع بالطبع موائع غير نيوتونية، من أشهرها ما يعرف بالسوائل المتميعة بالرج التي عليك رجها بقوة قبل خروج أي منها من الزجاجة، ومن الأمثلة كذلك الطلاء الذي لا ينقط حيث تستطيع الطلاء منه بالفرشاة بسهولة ثم يصبح لزجاً مرةً أخرى بحيث لا يسيل.

وعلى الكفة الأخرى للميزان تقع الموائع غير النيوتونية التي تزداد لزوجتها مع السرعة مثل دقيق الذرة المخلوط بالماء، حركه ببطء وستجده غير لزج، لكن حركه بسرعة وستجده صلباً حتى يكاد أن يكون بصلابة الصخور.

ديناميكا الموائع:

تحكم الديناميكا والكيناتيكا حركة الأجسام التي تتعرض لقوة ما، بينما تقوم الثيرموديناميكا بوصف أنظمة تبادل الحرارة، وبالمثل تقدم قوانين ديناميكا الموائع إطاراً رياضياً لفهم سلوك الموائع المتحركة، ويمكن تقسيم هذا المجال من الدراسة إلى الهيدروديناميكا التي تصف جريان السوائل، وديناميكا الهواء التي تصف جريان الغازات.

ويوجد العديد من التطبيقات الواقعية على ديناميكا الموائع في الهندسة، منها تصميم وسائل النقل وتوليد الطاقة الهيدروديناميكي، كما ويمكن عن طريقها فهم جوانب من العالم الطبيعي مثل أنظمة الطقس وحركة الطيور والأسماك.

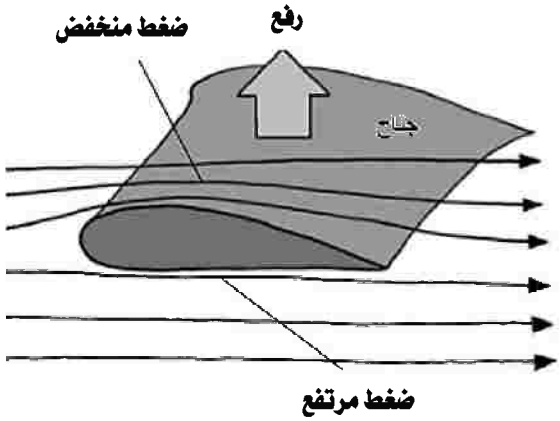
معادلات ناڤييه وستوكس:

معادلات ڤناييه وستوكس (نسبةً إلى الفيزيائيين كلود لويس ناڤييه Claude-Louis Navier وجورج جابرييل ستوكس George Gabriel Stokes الذين عاشا في القرن التاسع عشر) هي مجموعة من المعادلات التي تصف جريان سائل لزج، وتنشأ من تطبيق قوانين نيوتن للحركة على السائل بالإضافة إلى قوانين حفظ الطاقة والزخم والكتلة، وهي معادلات

مشهورة بصعوبة حلها، وكنتيجة لذلك ينتج القليل جداً من المعادلات المضبوطة، وبدلاً من ذلك فإن أغلب العمل باستخدام المعادلات يتضمن حلولاً رقميةً تم الحصول عليها بواسطة الحوسبة العلمية.

مبدأ برنولي:

من التطبيقات الرئيسة على ديناميكا الهواء استخدامها في الملاحة الجوية، حيث توضح القوى التي تؤثر على الطائرة أثناء تحليقها، ومن أهم هذه القوى قوة الرفع، وهي القوة التي تؤثر على الجناح الأعلى وتنشأ بسبب مرور الهواء عليه، وهي تبقي الطائرة في الهواء، ويحدث الرفع بسبب ما يعرف بمبدأ برنولي الذي قام بصياغته أول مرة الرياضي السويسري دانييل برنولي Daniel Bernoulli.



يقول المبدأ أن الضغط في تيار الهواء السريع أقل من الضغط في تيار الهواء الأبطء منه، ويتم تصميم جناح الطائرة على شكل منحنٍ حتى يكون الهواء الذي يمر فوقه أسرع من الهواء الذي يمر من تحته، وهذا ينشئ فرقاً في الضغط بين الأعلى والأسفل، وكما أن الهواء ذا الضغط العالي داخل البالون يحاول الهرب إلى الهواء ذي الضغط الأقل خارجه، فإن الهواء ذا الضغط العالي أسفل الجناح يحاول الهرب لأعلاه حيث الضغط المنخفض، وهذه القوة تولد الرفع الذي يرفع الجناح لأعلى.

الإضطراب:

أغلبنا جرب الإضطراب في الطائرة، حيث تطير في هواء متقلب ومضطرب وتهتز بعنف، ويبرز الإضطراب في العديد من المجالات الأخرى في الهندسة، حيث يلعب تدفق الهواء

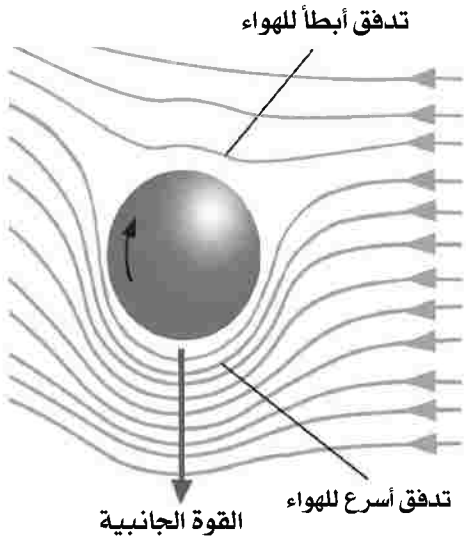
دوراً مهماً، ولكن ما زال سلوك المائع وجريانه من التدفق الناعم الرقيق إلى التدفق المضطرب غير المنتظم غير مفهوم بعد بشكل جيد.

ومن الممكن قياس احتمال أن يصبح التدفق مضطرباً، عن طريق ما يعرف بعدد رينولدز، وهو النسبة بين زخم المائع (كمية تحركه) ولزوجته، ويعد التدفق الذي له عدد رينولدز عالٍ عرضةً لأن يكون مضطرباً، فعلى سبيل المثال: في أنبوبة مستقيمة منتظمة تكون قيم رينولدز التي تتعدى 3000 دالةً على اضطراب الانتقال. ويعتقد علماء ديناميكا الموائع أن السر اللازم لفهم الإضطراب يكمن في حل معادلات نافييه وستوكس، لدرجة أن معهد (كلاي) للرياضيات في كامبريدج بماساشوشيتس عرض جائزةً قدرها مليون دولار لمن يحرز تقدماً ملحوظاً نحو تكوين نظرية عن الإضطراب من هذه المعادلات المعقدة.

تأثير ماجنوس:

محبوا كرة القدم وكرة القاعدة (البيسبول) يعلمون أن الرماة والراكلين الماهرين يستطيعون جعل الكرة تنعطف في الهواء عن طريق جعلها تدور، الفيزياء التي وراء هذا تسمى تأثير ماجنوس.

عندما يتحرك جسم في مائع فإن طبقةً من هذا المائع تلتصق بسطحه (وتعرف بالطبقة الحدودية). وعندما يكون السطح كرةً دوارةً فإن الطبقة الحدودية تنشئ دوامةً دائريةً حول الكرة وهي تتحرك في الهواء، وفي أحد جوانب الكرة يتحرك الهواء الذي في الدوامة في نفس اتجاه حركة الهواء الذي يمر بعيداً عنها، مما يجعل هواء الدوامة يسرع ذلك الهواء قليلاً، وعلى النقيض من ذلك في الجانب الآخر من الكرة حيث تعمل الدوامة على إبطاء حركة الهواء الذي يمر بعدها،



وطبقاً لمبدأ برنولي Bernoulli فإن الفرق بين سرعتي جريان الهواء ينشئ فرقاً في الضغط، وهذا ينشئ قوةً تدفع الكرة باتجاه الجانب الذي فيه جريان الهواء أسرع.

في عام 1920م قام المهندس الألماني أنطون فليتنر Anton Flettnerبالاستفادة من تأثير ماجنوس في بناء سفينة تستخدم اسطوانات دوارة كأشرعة، وبعد ذلك طائرة تستغني عن الأجنحة التقليدية.

الموجة الصادمة:لكل مائع سرعة صوتية خاصة به (السرعة التي تنتقل بها موجات الصوت خلاله)، وبشكل عام تزداد هذه السرعة بازدياد كثافة الوسط، وإذا تحرك جسم خلال مائع بأسرع من السرعة الصوتية لهذا المائع فإنه يصنع موجةً صادمةً، وهي طبقة رقيقة من المائع يحصل فيها ارتفاع مفاجئ في درجة الحرارة والكثافة والضغط.

ويترافق مع الموجة الصادمة ظاهرة تسمى الطنين الصوتي، وهي دمدمة تشبه صوت الرعد تسببها طائرة تتحرك في الهواء بأسرع من الصوت، وتحصل عندما تتحرك الموجة الصادمة للأمام مكونةً مخروطاً صادماً خلف الطائرة طوال فترة طيرانها، ويتم تحديد زاوية المخروط عن طريق رقم ماخ (النسبة بين سرعة الطائرة إلى سرعة الصوت في الهواء)، وكلما ازداد رقم ماخ كلما أضيق المخروط الصادم ازداد الوقت اللازم لسماع الفرقعة الصوتية الناجمة عن ضاق من على سطح الأرض، وتعد أسرع طائرة نفاثة طارت حتى الآن طائرة لوكهيد مارتن س.ر.71 (Lockheed Martin SR71) التي طارت بسرعة 3.3 ماخ. ويصنع دوي انفجارات القنابل وكذلك الصواعق أيضاً أمواجاً صادمةً فوق صوتية، وكذلك فرقعة السوط، حيث تكون الفرقعة في الواقع عبارةً عن طنين صوتي سببه أن طرف السوط اخترق حاجز الصوت.

الأمواج

النظرية الموجية:

تتحرك الأمواج مسببة الإضطرابات في الوسط. وتأتي في نوعين رئيسيين. في "الموجة العرضية" يكون الإضطراب في زوايا مستقيمة علي الحركة الموجية. وتعد التموجات علي