

لماذا اباريق الشاي تتناقط دائماً أثناء الصب ولذلك تتسخ الثياب والمفارش



باحثون من الجامعة التقنية في فيينا Wien TU أجابوا على سؤال قديم: كيف يمكن تفسير ما يسمى بـ "تأثير إبريق الشاي"؟ [تأثير إبريق الشاي لا ينحصر في إبريق الشاي بل يشمل كل ظرف / آنية يُصب منه سائل، كالكوؤوس]

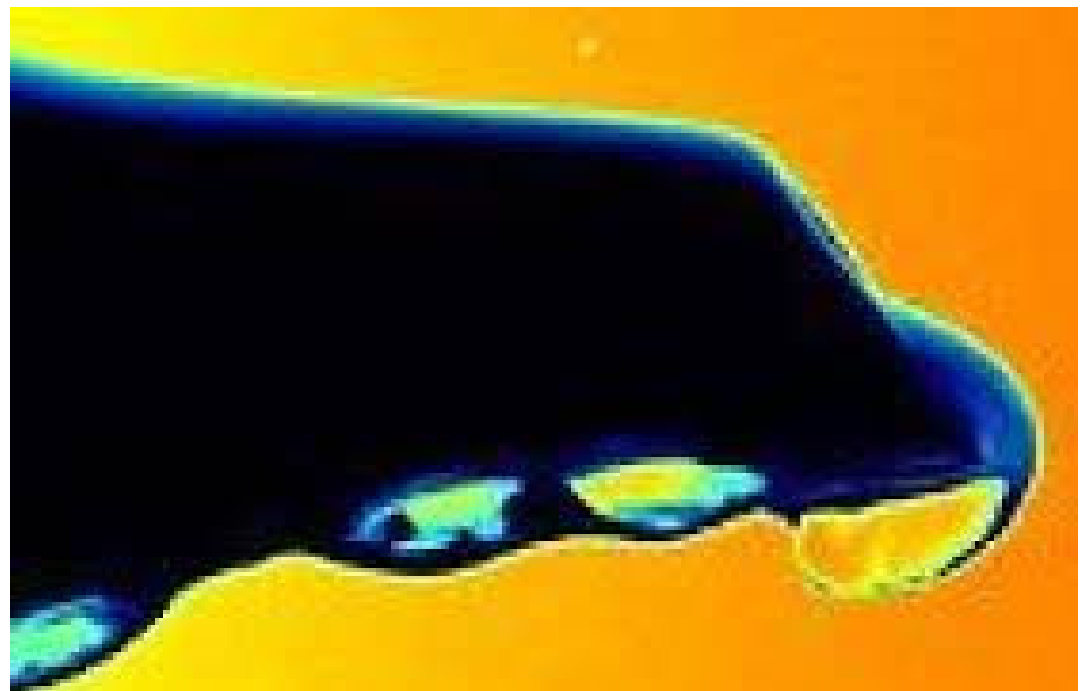
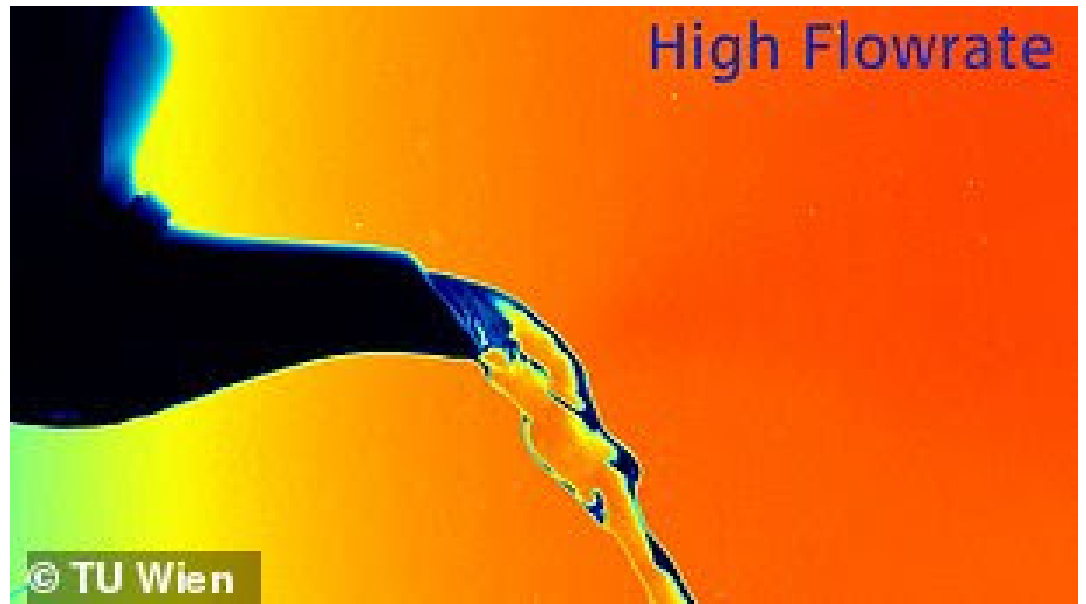
لا زال "تأثير إبريق الشاي" يشكل تهديدًا لمفارش المائدة البيضاء النظيفة وذلك من جراء تناقض الشاي عليها من زمن طويل: لو سكب (صُب) سائل من إبريق الشاي ببطء شديد، فإن تدفق السائل أحيانًا لا ينفصل عن إبريق الشاي [فوهة المصب]، مما يجعله لا ينسكب مباشرة [كعمود سائل] في الكوب (الآنية المصبوب فيها) ، ولكنه يتقاطر على الجوانب الخارجية لإصبع / فوهة / صنبور إبريق الشاي.

دُرست هذه الظاهرة علميًا على مدى عقود - نجح حاليًا فريق بحث من الجامعة التقنية في فيينا Wien TU في تفسي ر "تأثير إبريق الشاي" تمامًا وبالتفصيل من خلال تحليل نظري متعمق وتجارب متعددة: التفاعل المتبادل بين القوى المختلفة أدى إلى الاحتفاظ بكمية ضئيلة من الشاي مباشرةً على حافة فوهة مصب الأبريق، وهذا يكفي لإعادة توجيه تدفق الشاي تحت ظروف معينة.

التأثير ذو التاريخ الطويل

وصف ماركوس راينر Reiner Markus "تأثير إبريق الشاي" لأول مرة في عام 1956. وحصل راينر على الدكتوراه من جامعة فيينا عام 1913 ثم هاجر إلى الولايات المتحدة الأمريكية، حيث أصبح رائدًا مهمًا في علم الريولوجيا (2) - وهو علم يُعنى بتدفق السوائل. حاول الباحثون مرارًا وصف هذا التأثير بدقة. حصل العمل على هذا الاكتشاف على جائزة IG نوبل "Prize Nobel IG" الساخرة في عام 1999. والآن، عاد البحث على تأثير إبريق الشاي إلى المربع الأول (نقطة الصفر)، حيث تمت دراسته في الجامعة التي تخرج منها رينو سابقًا، وهي الجامعة التقنية في فيينا، من قبل فريق بقيادة الدكتور برنارد شيشل Scheichl Bernhard، استاذ مساعد في معهد ميكانيكا الموائع وانتقال الحرارة وباحث رئيس في المركز النمساوي للتميّز في علم الاحتكاك (tribology الترايولوجي، 3) (ويطلق عليه اختصارًا GmbH Research AC2T) ، بالتعاون مع قسم الرياضيات في جامعة كوليدج لندن University College London.

"على الرغم من أن هذا تأثير شائع جدًا ويبدو بسيطًا، إلا أنه من الصعب جدًا تفسيره بالضبط في إطار ميكانيكا الموائع"، يقول برنارد شيشل. تلعب الحافة الحادة على الجانب السفلي من صنبور / فوهة إبريق الشاي الدور الأكبر أهمية: تتشكل قطرة الشاي، ويظل الجزء الأسفل من الفوهة مبللًا دائمًا. يعتمد حجم هذه القطرة على السرعة التي يتدفق بها الشاي من الإبريق. إذا كانت سرعة التدفق (الانسياب) أقل من العتبة الحرجة threshold critical، فإن هذه القطرة يمكن أن توجه كامل التدفق حول تلك الحافة (الجزء الأسفل من الفوهة) ويبدأ بالتقطر أسفل جدار من



تدفق سريع (في الصورة

الفوقية) وتدفق بطيء (في الصورة السفلية)

"لقد نجحنا الآن ولأول مرة في تقديم تفسير نظري تام لسبب تشكل هذا القطرة ولماذا يظل الجانب السفلي من حافة منبور الابريق مبللاً باستمرار" ، كما يقول برنارد شيشل. الرياضيات الكامنة وراء هذه العملية معقدة - وتتمثل في التفاعل بين قوى القصور الذاتي (4) وقوة اللزوجة (5) والقوة الشعرية (6). قوة القصور الذاتي تتكفل بحفاظ السائل على اتجاه جريانه الأصلي، في حين تقوم القوة الشعرية بإبطاء تدفق السائل مباشرة من فهوة / عنق الإبريق مباشرة. التفاعل فيما بين هذه القوى هو أساس تأثير إبريق الشاي. ومع ذلك، فإن القوة الشعرية تكفل أن يبدأ التأثير فقط بزاوية تماس محددة جداً بين جدار منبور الابريق وسطح السائل. كلما صغرت هذه الزاوية أو كلما كانت مادة منبور إبريق الشاي محبة للماء (7) أكثر (أي قابلة للبلل بالماء) ، كلما تباطأ انفصال السائل عن إبريق الشاي، [وبالتالي يحدث التقاطر أسفل جدار المنبور].

الشاي في الفضاء

ومن المثير للاهتمام أن قوة الجاذبية الأرضية بالنسبة للقوى الأخرى التي تحدث لا تلعب دوراً حاسماً في هذه الظاهرة. الجاذبية تحدد فقط الاتجاه الذي يتم توجيه التدفق نحوه، لكن قوتها ليست حاسمة بالنسبة لتأثير إبريق الشاي. لذلك، يمكن ملاحظة تأثير إبريق الشاي أيضاً عند شرب الشاي على سطح القمر ، ولكن تغيب هذه الظاهرة في محطة فضائية تنعدم فيها الجاذبية تماماً.

الحسابات النظرية لتأثير إبريق الشاي نشرها فريق البحث في سبتمبر 2021 في مجلة ميكانيكا السوائل (8). حالياً أجريت التجارب أيضاً: صب الماء من إبريق شاي مائل بمعدلات تدفق مختلفة وتم تصويره بكاميرات عالية السرعة. وبهذه الطريقة ، كان من الممكن إظهار بالضبط كيف يؤدي ترطيب الحافة لو كان التدفق تحت معدل الصب الحرج إلى "تأثير إبريق الشاي" ، وهكذا تكون النظرية مؤكدة.

مقطع فيديو يوضح ظاهرة تأثير إبريق الشاي . يمكن ملاحظة التقاطر في نهاية المقطع.

https://youtu.be/jzZ2_Yh8c68

