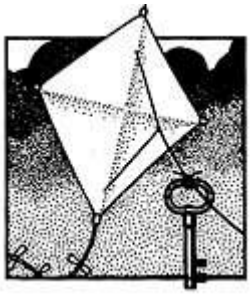
هذا المقال ماخوذ عن مجلة العلوم التي تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
العدد نوفمبر 2000
ترجمة: مراجعة:

هواة العلم



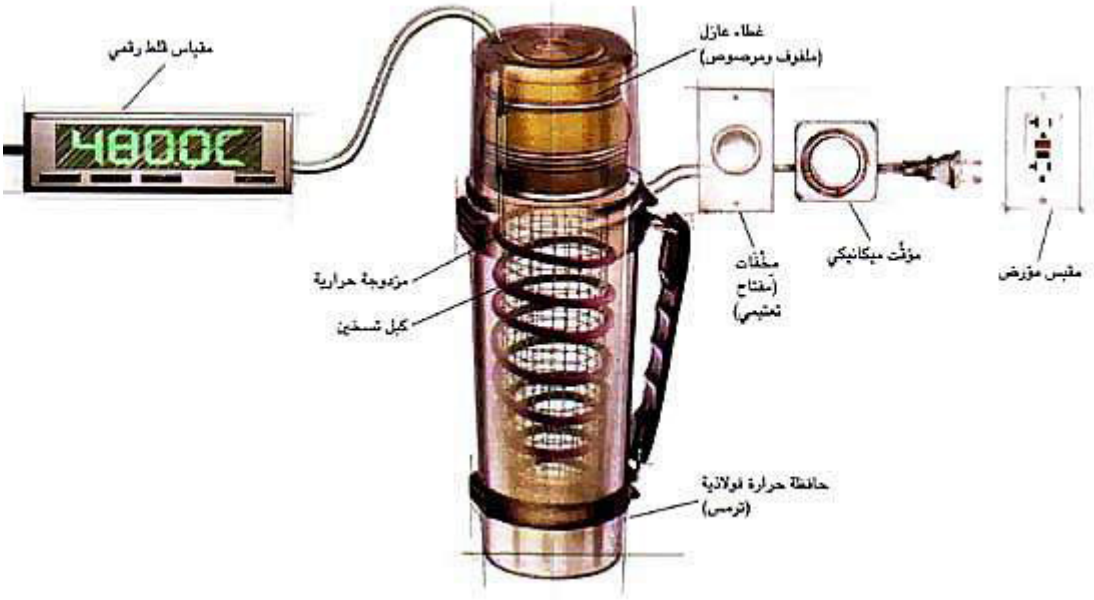
أتون في حافظة الحرارة (الترمُس)(*)

<S. كارلسون>[1]

عندما يُضبط فرن oven المطبخ على أقصى درجات حرارته البالغة 260 درجة سيلزية (500 درجة فهرنايتية) يصبح قادرا تماما على أن يحول بسرعة شريحة لحم غالية الثمن إلى كتلة من الكربون مقشقشة sizzling ومقرفشة crunchy، هذا أمر تعلمته من تجربة مؤلمة. ولكن هذه الأفران تبقى مع ذلك دون درجة الحرارة اللازمة لحاجات الأبحاث العديدة التي من أمثلتها قياس المحتوى العضوي في تربة ما. فالأرض الخصبة تحتوي على جميع الطيّبات الكيميائية الحيوية والميكروبية التي لا تستطيع النباتات العيش من دونها. ولكي تكتشف مدى غنى التربة بالمواد العضوية، عليك أن تزن عيّنة منها، وأن تزيل منها تلك المواد العضوية ثم تزنها ثانية، والوسيلة الوحيدة التي أعرفها للتخلص من جميع المواد العضوية هي تسخين التربة إلى درجة حرارة عالية. فالمواد العضوية تتحلل إلى مكوناتها العنصرية في نحو الدرجة 450 سيلزية (840 فهرنايتية)،

فيتحد كربونا بالأكسجين الجوي ويُنتج غازيْ أحادي أكسيد الكربون وثنائي أكسيد الكربون، وتتبخر المخلفات المتفحمة، تاركة التربة خالية من كل مطايب الحياة.

ولما كانت العملية التي تقضي على المواد العضوية وتطردها إلى خارج التربة هي نفسها التي تزيل هذه المواد أيضا من على سطح الزجاج، فيمكن إذًا استعمال الأتون[2] الذي تقترب درجة حرارته من 500 درجة سيلزية لتنظيف معظم الأواني الزجاجية المعقدة المستعملة في المختبرات، كما أن إحماء المواد الممتزة sorbents إلى هذه الدرجة من الحرارة يطرد منها الملوثات الكيميائية ويخلصها منها ويعيدها صالحة للاستعمال من جديد في المضخات الفائقة التخلية للهواء مثلا. ويمكن أن يستعمل هذا الأتون لأغراض أخرى، منها صهر أنواع المينا، وتنشيط حبّات الخرز الزجاجية لاستعمالها في أجهزة الفصل الكيميائي، وتلدين annealing المعادن والزجاج، وتركيب أدوات التغذية الكهربائية في الأواني الزجاجية المستعملة في المختبرات.



يمكن أن تصل درجة حرارة الشواية المحبوسة في الفارورة إلى 480 سيلزية بكل أمان ـ وهي كافية لتبخير أكثر المركبات الكربونية. أما كبل التسخين المثبت في مكانه بشبكة سلكية فتتم تغذيته بالطاقة عبر مفتاح تعتيمي ومؤقت ميكانيكي ومقبس مؤرض. وتقوم مزدوجة حرارية موصولة بمقياس قلط رقمي بقياس درجة الحرارة.

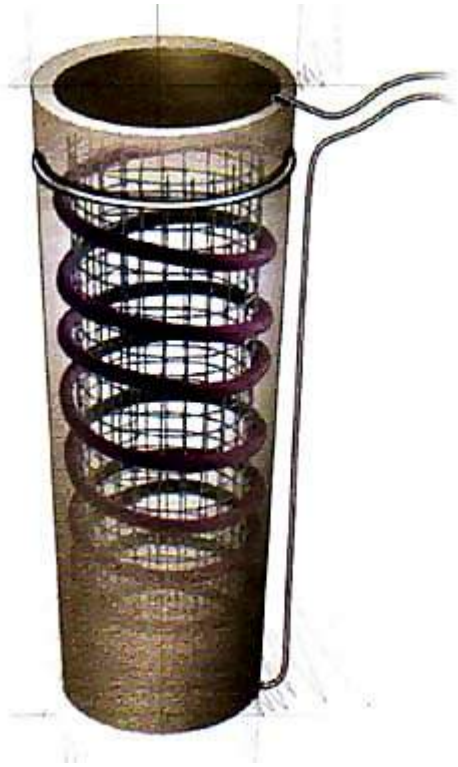
وهكذا يمكنك أن تدرك لماذا كنت أهتز طربا عندما علمت أن <روجر داشلي> [وهو موسيقي موهوب ورفيقي في رياضة المشي]، استنبط أتونا صغيرا يمكنه أن يعمل بكل أمان في هذه

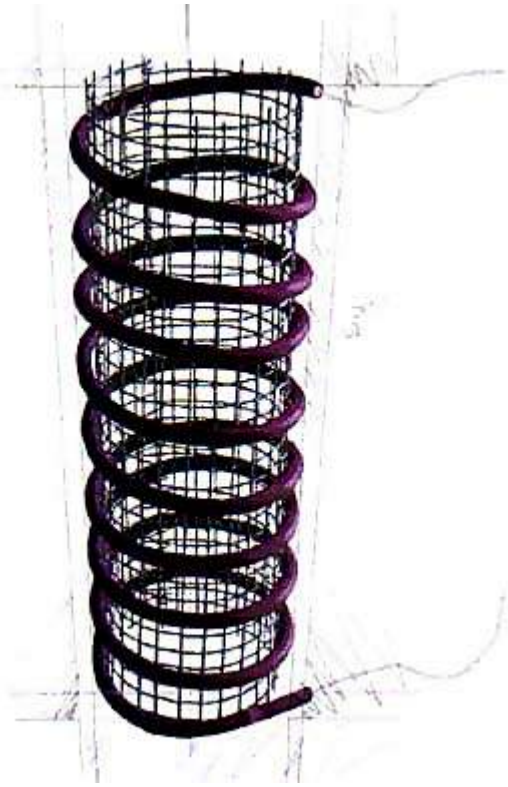
الدرجات العالية من الحرارة، ويستهلك بالكاد 80 واط، ويتأجج في أقل من ساعة، ويمكن صنعه بمبلغ قدره 60 دولارًا.

إنني وروجر ننتمي إلى جماعة غير رسمية، لا تعترف بالمعتقدات التقليدية، وتغرق في شؤونا الخاصة، وتمارس رياضة المشي كل يوم جمعة عند أسفل تلال مقاطعة سان دييگو، مبتعدين عن أجواء مكاتبنا لكي نتحادث في الشؤون التقنية. لقد جاء الابتكار الفذ حينما كان روجر يصب كأسا من الشوكولا الساخنة، في هدأة من مناقشاتنا حول نظرية الشواش (الفوضى) ومكاشيف الأشعة تحت الحمراء المصنوعة منزليا. كان روجر يرغب في صنع أُتون متين يخدم جهاز فصل كيميائي صغيرا كان يعمل على إعداده. وعندما صب كوب الكاكاو من حافظته الحرارية (ترمسه) ورأى البخار المتصاعد في جو بعد الظهر البارد، أدرك أنه وجد ضالته المتمثلة في حاوية مثالية. فحافظة الحرارة(الترمُس) ليست باهظة الثمن وكتلتها الحرارية mass thermal صغيرة جدا. وكان يعرف أنه لو تمكن من أن يؤمن وضع سخّان كهربائي عالي الحرارة داخل حافظة حرارية (ترمُس) مناسبة، وأن يسدّ فوهتها بعازل مناسب، فإنه سيتمكن من الحصول على أُتون مكتبي عالي الكفاءة.

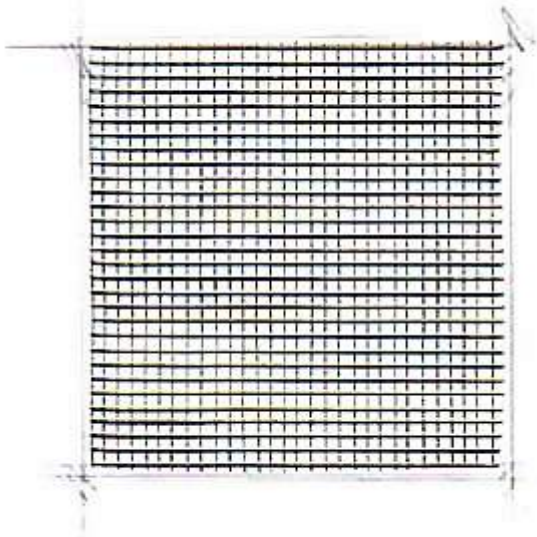
وتباهى روجر بعرض اختراعه أثناء تنزهنا التالي على الأقدام، إذ كان قد اشترى حافظة حرارة عريضة الفوهة من ماركة ستانلي (النوع المستعمل خصيصًا لحفظ الحساء) بمبلغ 25 دولارا من متجر محلي، غير أن الماركة (العلامة التجارية) لا تهم، إذ يكفي أن تتأكد من أن فارورة التخلية مصنوعة من الفولاذ وليس من الزجاج الذي قد ينكسر، أو من الألمنيوم الذي قد ينصهر وينفجر في الداخل. وحصل روجر على أتونه باستخدام سخّان كبلي هو حُزْمة من أسلاك سبيكة النيكل والكروم مسبقة الصنع ملفوفة حول قلب عازل ومغطاة بغمد عازل أيضا. وتستعمل هذه الكبلات في التمديدات الكهربائية الجدارية، وهي أكثر أمانا من الأسلاك العارية بدرجة كبيرة. وتبيع شركة أوميگا الهندسية أطوالا منها تبلغ ثلاث أقدام بسعر 22 دولارا com.www.omega ورقم القطعة FGR-030). والكبل معآير ليعمل في الدرجة 480 سيلزية، وهذا يضمن درجة حرارة آمنة لعمل الأتون، ويمكن أن يصل الجهاز إلى درجة حرارة أعلى بكثير إذا مررت فيه تيارا أعلى شدة. ويمكنك الحفاظ على التيار في مستوى الأمان إذا وصلت الأسلاك عبر مِخْفَات (مفتاح كهربائي تعتيمي) switch dimmer منزلي وراقبت

درجة الحرارة. وقام روجر بعمل حكيم توخّى الحذر منه،إذ وصّل جهاز توقيت ميكانكيا يظل يعمل ساعة واحدة. لكي يتأكد من أن هذه الوحدة لا يمكن أن تترك في حالة التشغيل من غير قصد.





شبكة سلكية تطوى لتشكل أسطوانة يمكن إدخالها في حافظة حرارة
)ترمس...(
...ويلف حولها كبل التسخين



...وتغلف بعازل من الفايبرفراكس أو من المواد الكاتمة

ولكي يركب روجر السخان داخل حافظة الحرارة، صنع أسطوانة من شبكة فولاذية واسعة

العيون، متيسرة في أي مخزن خردوات مجهز جيدا، ولفّ كبل التسخين حول الأسطوانة لفا رخوا، وغلف الموعة بكاملها بغلاف من مادة "فايبر فراكس" سماكته سنتيمتر واحد، والفايبر فراكس هو مادة تشبه نسيج الملابس مصنوعة من ألياف الألمنيوم المغزولة. (ونظرا لأنه ليس باستطاعته شراء كميات صغيرة من مادة الفايبر فراكس، فإن جمعية هواة العلم توفر لك ذلك مقابل 5 دولارات). ويمكن الاستعاضة عن ذلك باستعمال الأغلفة الكاتمة للصوت التي تباع في مخازن لوازم الدراجات النارية. وتستقر جملة التسخين بسهولة داخل حافظة الحرارة عبر فوهتها الواسعة. وأخيرا لفّ روجر رقيقة من الفايبر فراكس لفا مرصوصا، فجعل منها سدادة تسد فوهة حافظة الحرارة تماما، وتكفي لفة واحدة من سلك فولاذي تُلفّ حول السدادة لكي تمنعها من أن تنحلّ.

وأكثر الوسائل اقتصادا في قياس درجة الحرارة هو استعمال مزدوجة حرارية thermocouple من النمط K، التي تولد فلطية تتناسب طردا مع درجة الحرارة. ويمكن قراءة الفلطية على مقياس فلط رقمي يحتوي على دارات داخلية مشبكة ببعضها لكي تعبّر عن درجة الحرارة هذه. وكطريقة بديلة، يمكنك القيام بتقدير درجة الحرارة عن طريق قياس الفلطية المتولدة بين سلكي التوصيل باستعمال مقياس فلط رقمي. وللحصول على درجات الحرارة مقدرة بسُلم سلزيوس تضرب الفلطية المقدرة بالملي فلط في العدد 27.7، أما لتقديرها بسُلم فهرنيات فتضرب الفلطية في العدد 50. وقد اختبرت شخصيا أتون روجر باستعمال مزدوجة حرارية عارية الأسلاك حصلت عليها من شركة أوميگا الهندسية (رقم القطعة 015 ـ CHAL). وقد عزلت الأسلاك بطول مناسب من غمد نكستل (رقم القطعة عند أوميگا هو 116 ـ XC4) وركبت المحس بالقرب من ذروة الأتون. وعندما بلغت درجة الحرارة 480 سيلزية داخل الأتون، كانت السخونة خارجه غير مريحة، ولكنه لم يكن حارا إلى الدرجة التي لا تسمح بلمسه. وعندما رفعت درجة حرارة الجهاز إلى 600 سيلزية لاختبار سلامته باستخدام شريط تسخين إلى درجات الحرارة الفائقة، ارتفعت درجة حرارة العلبة الخارجية إلى حد بعيد بحيث لا يمكن لمسها.

وعليه يجب التأكد من مراقبة درجة الحرارة في جميع الأوقات، بحيث لا تزيد على 480 سيلزية. كما يجب حفظ الجهاز بعيدا عن عبث الأطفال والحيوانات الأليفة.

وينبغي أن تربط به قاطعة توقيت، وأن توصّل وحدة التسخين عن طريق قاطعة مؤرضة switch fault-ground من نوع القواطع التي تستعمل كثيرا في هذه الأيام في المآخذ الجدارية بالحمامات. وتحتوي هذه القواطع على فاصمة دارة داخلية، تنصهر عند حدوث دارة قصر (تماس كهربائي)، وبهذه الطريقة إذا سخن الأتون أكثر من اللازم وتسبب في دارة قصر الأتون تنقطع عنه التغذية بالطاقة.

وهكذا تستطيع، باستعمال الأتون، أن تقيس، بسهولة، المحتوى العضوي في التربة، فتزن أولا بعناية ما زنته نحو 100 غرام من تربة حديقة منزلك، وتجففها من الماء في فرن مطبخك لمدة ساعة واحدة في الدرجة 120 سيلزية (نحو الدرجة 250 فهرنايتية)؛ ثم تزنها ثانية. وقد وجدت أن تربة حديقتي تحتوي على نحو 33.2 في المئة من وزنها ماء. ثم تغلف التربة الجافة تغليفا جيدا بورق الألمنيوم، وتحمصها في أتون حافظتك الحرارية لمدة ساعتين في الدرجة 480 سيلزية. وسوف تحرر المادة العضوية المتفحمة هبة مريعة من دخان ذيال رائحة، لذلك يجب عليك أن تستعمل غطاء للدخان hood fume أو أن تضع الجهاز خارج المنزل. وكشفت لي عملية الوزن النهائية أن تراب حديقتي يحتوي على 8.6 في المئة من وزنه الجاف مواد عضوية. في حين لا يحتوي الرمل المأخوذ من أرض ملعب مجاور إلا على 3.2 في المئة من وزنه ماء، وعلى 0.7 في المئة من وزنه الجاف مواد عضوية.

وقد يكون من المهم أيضا أن يراقب الوزن باستمرار بغية تعرّف العمليات الفيزيائية التي تحدث في درجات الحرارة المختلفة.

تقدم جمعية هواة العلم خدمة للهواة، فتوفر لهم كمية كافية من العازل فايبر فاكس اللازم لهذا المشروع (حتى أبريل / 2001).

وتبلغ كلفة ذلك 5 دولارات مع دولارين ونصف للشحن الداخلي، أو خمسة دولارات للشحن الخارجي. ولمزيد من المعلومات حول هذا المشروع وغيره من المشروعات المطروحة في هذا الباب، انظر صفحة الجمعية على الإنترنت على العنوان: sas.org، كما يمكنك الكتابة إلى الجمعية على عنوانها البريدي:

Society for Amateur Scientists 4735 Clairemont Square, PMB 179 San Diego CA 92117

أو الاتصال با على الهاتف: 619-239-8807.

(*) Thermos A Furnace in a

(1) يقول موضحًا: إن الأداة الأساسية اللازمة لأي مختبر في **فبو منزل، هي فرن سهل التركيب.**

(2) أتون furnace: فرن عالي الحرارة يستعمل **لصهر المعادن واختزالها. (التحرير).**