

September 2017
Volume 8: Issue 1



Interview with Dr Dawn Hall
PAGE 7

Why do Hot Things Get Colder?
PAGE 3

Cool Creatures: AXOLOTL

PAGE 8

September Contents

Articles

3
Why Do Hot things Get Cold?

6
Editorial

7
Interview with Dr Dawn Hall

8
4 Cool Facts About the Axolotl

10
The synthesis of the horsepox virus genome
and the reactions of the scientific world

Dear Catalyst readers,

On behalf of the journal, I would like to welcome you into the 2017-2018 school year! I hope you have had an enjoyable summer and are excited to once more enter the lecture halls and laboratories of the University of Ottawa. I would also like to extend a special welcome to the incoming first year students, who are taking their first step into the world of academia. Congratulations! For all of us, the coming months will be full of new knowledge and experiences which will shape us into the people we will become. Stay focused on your goals, set aside some time to relax, and do not forget the love of learning that first brought you to the doors of Marion Hall. As the next generation of scientists, join the Catalyst in staying up to date with the fascinating discoveries that are being made around the world. Let them inspire you in your studies and your own ideas!

I wish you all the best of luck!

Sincerely,

Tanya Yeuchy

Dear science amateurs,

At last, back-to-school. Though this moment can be the time of joyful reunions and aspirations, it can be filled with uncertainty and apprehension, especially for the courageous first-year students. Nevertheless, I warmly salute all students who have decided to follow their passion for learning science, whether they are undergraduate or graduate students.

Academic advisors, student help centers, university libraries, services of the SFUO, clubs, etc. have been developed to enrich your university experience. Take advantage of them. Above all, join Catalyst. Become authors, translators, editors, photographers, and illustrators. Do not let the stress for grades interfere with your passion for science!

Take great care of yourselves,

Setti Belhouari

THE TEAM

Editor-in-Chief
Tanya Yeuchy

Rédactrice en chef
Setti Belhouari

Production Manager
Christine Wang

Deputy Editor-in-Chief
Sanmeet Chahal

Media Manager
Saania Tariq

Website Manager
Michael Leung

Author Coordinators
Anastasia Turner and Constance You

Authors
Setti Belhouari
Sanmeet Chahal
Arlette Aluma Kasongo
Cassidy Swanston
Christine Wang

Illustrators and Photographers
Sanmeet Chahal
Uyen Do
Meaghan De Jesus

Editors
Shobhita Balasubramaniam
Setti Belhouari
Alex Chen
Nasim Haghbandish
Ann Lee
Hadjar Saïdi
Mihaela Tudorache

Translators
Setti Belhouari
Shamei Benoit Leblanc
Hadjar Saïdi
Mihaela Tudorache

Why Do Hot Things Get Colder?

By: Sanmeet Chahal, Masters Candidate in Physics

Introduction

The concept is so fundamental to our understanding that asking why hot things get colder seems as inane as asking why $1+1 = 2$. Whether it is hot tea poured into a cup or a cold pack applied to a sprained muscle, it seems a universal law that energy flows from hotter objects to colder ones. The reason, as we shall discover, is entirely due to mathematics and probabilities!

The Model

To understand heat flow, we'll consider a simple model of two objects which we'll call Kenny and Elsa. We're going to model these objects as being made up of a specific number of oscillators (springs) and energy units. We'll call the number of springs in the solid N and the number of energy units q .

For example, Kenny could have $N_K = 3$, $q_K = 4$ and Elsa could have $N_E = 5$, $q_E = 2$ meaning the Kenny solid is made of 3 oscillators and 4 energy units while Elsa has 5 oscillators and 2 energy units (here we put a subscript of 'K' and 'E' for properties belonging to Kenny and Elsa, respectively). A picture of this type of model, known as an **Einstein solid**, is shown in Figure 1.

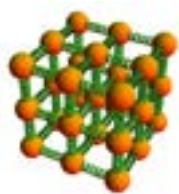
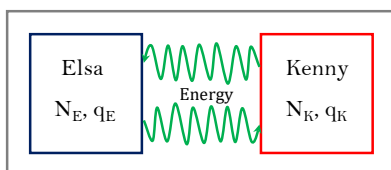


Figure 1. An illustration of an Einstein solid. Source: Donostia International Physics Centre

To represent a physical system where heat is exchanged, we must make some assumptions and place constraints on our system of two objects. The first is that the energy units, q , can be passed back and forth between the two objects i.e. that there is energy exchange. The second is that the total energy of the system $q_K + q_E = q_{\text{total}}$ is a constant. A diagram summarizing the system is shown in Figure 2.

Figure 2. The model system of two Einstein solids, Elsa and Kenny, exchanging energy with the total system energy kept constant.



Time out

Before continuing on our adventure of discovery, we must define two terms: **microstate** and **macrostate**. In thermodynamics, “microstate” refers to the microscopic configuration of all the particles in a system. Specifying a microstate for our system means we specify exactly how many energy units are contained within each of the oscillators N_K and N_E . An example of different microstates of an Einstein solid with $q = 3$ energy units is given in Table 1.

Table 1. Different microstates of an Einstein solid with 3 oscillators ($N = 3$) and 2 energy units ($q = 2$). Each row in the table represents a different microstate.

Oscillator	N1	N2	N3
Energy	2	0	0
	0	2	0
	0	0	2
	1	1	0
	1	0	1
	0	1	1

A “macrostate” refers only to the macroscopic properties of the system. For an Einstein solid, the macrostate could be specified by the total number of energy units in the system. In Table 1, each row of energy values represents a different microstate but they all share the same macrostate of $N = 3$ and $q = 2$.

The idea behind macrostate vs. microstate might be confusing, so here is another way to think about it. If you have a bottle of gas, then the microstate of the gas would be given by the position and speed of all of the individual gas particles, whereas the macrostate (what we actually observe) can be specified by the pressure, volume, and temperature of the gas in its entirety.

Counting Microstates

Let's return to our original model with Kenny and Elsa, the two Einstein solids. One of the reasons we used the Einstein solid as a model is that it is really easy to count the number of microstates for a particular macrostate. A formula for the number of microstates for a particular macrostate is given by:

$$M(N, q) = \frac{(q + N - 1)!}{q! (N - 1)!} \quad (1)$$

where $M(N, q)$ is the number of microstates for the (N, q) macrostate of the Einstein solid and the $!$ is the symbol for the factorial operation. For example: $5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$.

We are now armed with all the necessary knowledge to consider a small system where both Kenny and Elsa are made of 3 small oscillators ($N_k = N_e = 3$) and there is a total of 6 energy units ($q_{\text{total}} = q_A + q_B$) in the system. Given this situation, we have seven possible macrostates: $q_k = 0, 1, 2, \dots, 6$. For each of these macrostates, we can calculate the number of microstates in each solid: M_k , the number of microstates for Kenny, and M_e , the number of microstates for Elsa, using the formula given by (1). Since these solids are independent, the total number of microstates will be the product of M_k and M_e . The number of microstates for each macrostate is summarized in Figure 3.

Before continuing, let's make sure we really understand what Figure 3 is saying. The important columns in the table are highlighted in yellow: the first column lists the different macrostates of the system $q_k = 0, 1, 2, \dots, 6$ and the fifth column lists the total number of microstates for a particular macrostate. The bar graph then shows a plot of the number of microstates (fifth column) for each macrostate (first column). The bar graph shows that the macrostate with the most microstates is $q_k = 3$ meaning Kenny has 3 energy units and so does Elsa (since there are 6 energy units in total).

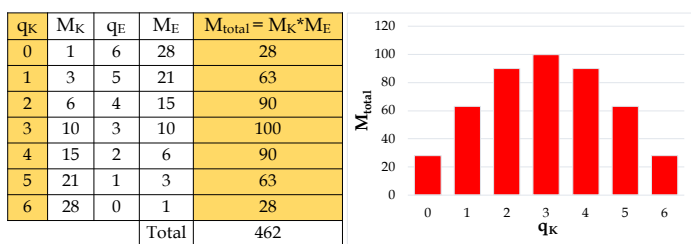


Figure 3. Microstates for a system of two Einstein solids with $N_{\text{total}} = 3$ oscillators and $q_{\text{total}} = 6$ energy units. The number of microstates for each macrostate is shown in the bar graph.

The Fundamental Assumption

At this point, we must introduce a significant assumption that **the energy units get passed randomly between the oscillators of the system and that all the microstates are equally likely to occur**. This is a reasonable assumption, since at the microscopic level, any process that takes a system from state X to Y should be reversible: the system could potentially go back from state Y to X.

If we apply this assumption to our small system of 6 oscillators and 6 energy units that was summarized in Figure 3, we

can make some astonishingly powerful conclusions! Since there is a total of 462 microstates of equal probability in our example, we can conclude that the probability of being in macrostate $q_k = 0$ or $q_k = 6$ is $28/462$ and similarly the chance of the system being in macrostate $q_k = 3$ is $100/462$. So, the chance of being in a state where the energy is equally spread out $q_k = 3$ and $q_e = 3$ is more likely than being in a state where either Kenny has all the energy units ($q_k = 6$) or Elsa has all the energy units ($q_e = 6$), but not by much (at least for now...).

What Happens with Really Big Numbers?

Now that we have the basics down, let's consider a bigger system. Let's suppose that Kenny has 300 oscillators ($N_k = 300$) and Elsa has 200 oscillators ($N_e = 200$) with a total of 100 energy units ($q_{\text{total}} = 100$). Applying the same analysis as for the smaller system, we obtain the data summarized in Figure 4. In this situation, we have 101 different macrostates: $q_k = 0, 1, 2, \dots, 100$; the least likely macrostate is $q_k = 0$ which still has 2.8×10^{81} microstates while the most likely macrostate is $q_k = 60$ with 6.9×10^{114} different microstates, giving us a total of 9.3×10^{115} microstates.

By using the assumption of equally probable microstates, and dividing by the total number of microstates (9.3×10^{115}), we can obtain the probability of finding the system in each macrostate. Applying this analysis, we find that the probability of the most likely macrostate, $q_k = 60$, is 7.4% while the probability of the least likely macrostate, $q_k = 0$, is less than 10^{-330} ! The histogram of the total number of macrostates shows us that the probability distribution of finding the system is very sharply peaked around the maximum compared to the smaller system considered in Figure 4.

Now suppose that we start our system with $q_k = 100$, meaning that all the energy units are found in Kenny since $q_{\text{total}} = 100$. Kenny is thus a hot Einstein solid whereas Elsa is a cold Einstein solid since $q_e = 0$. The energy units are free to randomly move around between the oscillators of the two Einstein solids and if we check our system after some time, based on the probabilities we calculated, we are essentially guaranteed to find that the q_k has decreased while q_e has increased in such a way that we approach the maximum probability macrostate. This corresponds to the irreversible flow of heat from the hot solid, Kenny, to the cold one, Elsa! Thus, the reason that hot objects get colder is because the macrostate in which energy is equally shared among a system of hot and cold things has way more microstates and so the probability of reaching that macrostate is much more likely!

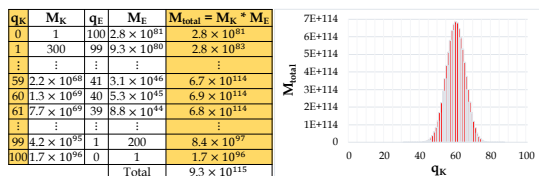


Figure 4. Microstates for a system with $N_K = 300$, $N_E = 200$ and $q_{total} = 100$ energy units. The number of microstates for each macrostate is shown in the bar graph on the right.

The key reason behind the flow of heat from hot objects to cold ones is that as we increase the size of the system (higher N and q), the probability distribution begins to peak sharply around the most likely macrostate. This effect is shown in Figure 5 where the probability distribution for a system with N and q equal to 100 is compared to a larger system with N and q equal to 10000. For the $N \sim 10000$ system, the probability distribution is much more tightly peaked around the maximum likelihood macrostate $q_K = 5000$ which corresponds to equal sharing of the energy units between the two solids. Thus, as we increase the size of the system to macroscopic levels on the order of Avogadro's number: 1023, we can imagine that only the macrostates very close to the peak in the distribution will be likely to occur.

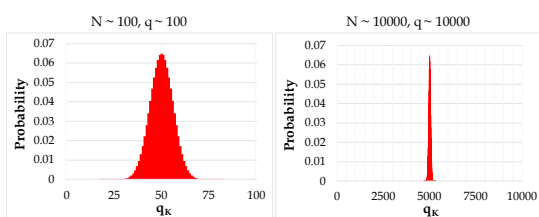


Figure 5. Histograms showing the relative probability of being in each macrostate for a small size system on the left (100 oscillators in each solid and 100 total energy units) and a larger system (10,000 oscillators in each solid and 10,000 total energy units).

The reason for spontaneous heat flow was concisely summarized by American physicist Ralph Baierlein's poetic observation that "it all works because Avogadro's number is closer to infinity than to 10".

EDITORIAL

AN ETHNOCENTRIC SCIENCE

by Setti Belhouari, 3rd year BCH

The typical introduction to most science textbooks, whether in biology, chemistry, physics, or mathematics, includes a discussion of some notable Greek scientists, such as Aristotle, Democritus, and Pythagoras. It then jumps to the Renaissance scientists, Leonardo da Vinci, Kepler, and Copernicus. Finally, the introduction concludes with post-industrial revolution scientists, such as Gauss and Darwin.

A vigilant science student, would probably ask, "What has happened during the 2000 years following the Greeks? Has science died during those 2000 years? Has it been reborn during the Renaissance?" My grade 11 AP chemistry textbook surprisingly includes a brief discussion of these mysterious 2000 years:

The next 2000 years of chemical history were dominated by a pseudoscience called alchemy. Some alchemists were mystics and fakes who were obsessed with the idea of turning cheap metals into gold. However, many alchemists were serious scientists, and this period saw important advances: The alchemists discovered several elements and learned to prepare the mineral acids. (Zumdahl, 7ed)

Having done extensive research on those 2000 years prior to reading my textbook's introduction, I was shocked, disgusted, and frustrated at the author's description of alchemy, and still remain so. Alchemy is derived from the Arabic word alchemia, which simply means chemistry. Far from being pseudoscientists, alchemists, or Arab (also known as Moorish) chemists, of the Medieval and Dark Ages, followed the revolutionary scientific method. Unlike their Ancient Greece homologues who believe that the world can be understood through speculative deductions, the Moorish scientists believe that claims can only be verified through experimental methods, and have, thus, introduced rigorous documentation methods to ensure the sharing of scientific knowledge. Some of these methods include the translation of their work to Latin to ensure that Europe has access to their results and discoveries. The idea of turning cheap metals into gold is not an obsession, but more of a national project to enrich the empire. One can see it as one of the earliest examples of governments that have resorted to science, rather than dogma, to improve the state of their people.

In fact, the Dark Ages have only been dark for the North of Europe. The Orient, the Andalus (modern-day Iberian peninsula), and the Aztecs, among others, have been flourishing for two thousand years. Clearly, the Renaissance is not a rebirth as it is always claimed to be, but rather the transfer of knowledge and prosperity from the Moorish empire, to the rest of Europe. Science has not been stagnant for these 2000 years, it has simply been elsewhere.

Though I am grateful to my grade 11 AP chemistry textbook for mentioning those years, I am disappointed to see such a prejudiced and inaccurate description of them. I notice that while the authors have named specific Greek scientists of the "speculative era" and other European scientists following the industrial revolution, they fail to mention any alchemist's name.

I wonder how many scientists and explorers, from different social, cultural, and political backgrounds are being brushed under the carpet. How many scientists, Aztecs, communists, Chinese, Arab, etc. are not known? This ethnocentric view of science is demeaning. Maybe the next scientists whose accomplishments are forgotten, or worse yet, ridiculed, are us.

INTERVIEW WITH DR. HALL

*Written by Cassidy Swanston,
3rd year BIO, minor in Communications
Image from Éric Labranche, edited by Christine Wang*

Dr. Dawn Hall

Science Advisor & Exhibition Interpretation Officer,
Canada Science and Technology Museum

Starting from your decision to study science, what was the path that led you to where you are today?

I started at Brock University doing an undergraduate degree in general science. In my third year in the summer, I started working in a lab in plant biochemistry, and after that I continued doing my fourth year project. I then decided to stay at Brock and start a Master's, and was actually able to roll my Master's into a PhD. I stayed at Brock throughout that entire time and finished my doctorate. I was working mainly on grape biochemistry, and why different grapes make different coloured compounds, and just generally specialized, secondary metabolism. Then, I decided to do a post-doc and went out to UBC, and did a 4-year post-doc there. Throughout my time at Brock and at UBC, I was really involved in science outreach and advocacy for policies that impacted graduate students or post-docs. That gave me a lot of different things I enjoyed - science communication and policy work.

Then, I decided not to pursue academia any further, and decided to take a chance at either going into policy or into science communication. I moved to Toronto and started applying for positions. I actually started off working on the floor, facing visitors, at the Ontario Science Centre for a year. Then, I was able to move into a researcher position in the exhibit design department and did that for two and a half years. After that, I moved up here to work as an Interpretation Officer in the exhibit team for the [Canada Science and Technology] Museum (CSTM) renewal. Recently, I started the position of Science Advisor here at CSTM which is a new position - we're trying to build networks across the country, do a lot of science communication, talk to the public, and work with researchers to communicate their science.

Have you felt torn before between your creative side and your scientific side? What is it like to merge them in one career?

Absolutely. Not so much torn, but rather, I've never had enough time in the day to do all I wanted to do. Certainly, I found that even the research I was doing in my PhD and my post-doc had elements of creativity. But, doing the science communication pieces and the policy work, I was able to channel that into what I really wanted to do. I always tried to find other volunteer work that I could do that could keep that part of my interests alive. I've been lucky enough to find that now in my career. Certainly, working as a host gave me a lot of experience in thinking about different ways to use all sorts of techniques to communicate science. It's fabulous! I'm very enthusiastic



and very happy about my ability to do the jobs that I've found since I've left academia, and to have seen what potential options are out there for people once you've done a science degree.

What do you like most about your job? What do you like least about it?

I think it's getting to constantly be learning. I love learning, and it's been a constant throughout my entire life. I love reading, I love finding out new things, and now I'm finding out a lot about museology, about history of science - not just contemporary science and how things are going today. I'm learning about exhibition accessibility, digital interactives and design - things I hadn't formally been trained in. It's also being able to work in great teams, and come up with ideas that will hopefully engage visitors to talk about science.

Right now, one of the biggest challenges is just one of timeline. This was a huge project, and it was a very short timeline. We're trying to redo a whole museum in two years, and so in terms of things that I found challenging or that are a bit difficult is really trying to balance doing an excellent job, but doing it quickly. Sometimes, it's hard to make them mesh. I think it's really just exciting at the same time - that we get to redo a museum in two years - but at the same time, there are challenges.

How do you find balance between work and life?

Really, it's about finding those things that give me happiness and fun outside, and committing to doing them. I play volleyball or beach volleyball (depending on the time of year) at least once a week, sometimes twice. Additionally, I like to run, cycle, and garden once a week. Mystery novels are another fun, relaxing way to allow my brain to recover from work.

I also have family in town (my brother, nephew, sister-in law, and my partner), so I love spending time with them. I think prioritizing those things is important, so I make the most out of the time where I'm not working. It's really [about] identifying those things that are important to me, and are important in the long run. So yes, this project is important right now, but in 5 years, what [will] be the most important things in my life? Those are what I try to concentrate on. It's really hard to find that time when everything seems so urgent, but you need to prioritize yourself otherwise you can burn out. If I don't take that time, I lose focus and I take longer to do the work that I have to do, and I don't do it as well.

Where do you draw inspiration from, both in and outside your work?

I get a lot of inspiration from art and design. I would say particularly in terms of contemporary use of technology, so contemporary art has a lot of really interesting ways to use technology, and I really like looking at that. I think I'm inspired by looking at all the other wonderful people who are doing science communication, some of the more high-profile people that are really able to communicate science in a fun way. I love seeing what other people are doing. Those fun videos on YouTube, things like that. Finding the sources that are good, are true, and factual, but are also fun and don't take themselves too seriously - I take a lot of inspiration from that. I also need a release, relaxing time, where I'm not paying attention to anything, whether it's watching something silly on Netflix or reading a fashion magazine - I get a lot of inspiration from those. What are the interesting colours? What are the things going on now? How are they communicating their information?

If you could go back in time and give yourself advice as an undergraduate, what would you say?

I think I would have told myself to concentrate on not just memorizing, but thoroughly understanding and applying all of the science I was learning. That was hard, as the way I was needing to learn this information was for testing. But if I'd actually had the hands-on application, it would have helped me further on. As well, I probably would have told myself to take French earlier [laughs]. I took French Immersion in high school, in my 4th year of my undergrad and in graduate school as well, and I'm using it again now.

Focus on trying to diversify, not just only on the science courses, but focusing on something that's of interest to me outside. Whether it was French (which I loved) or instead the really interesting psychology or Greek Classics courses that I took, they all gave me a bit of time for my brain to think of something else, think differently. In hindsight, I wish I had taken more of those types of courses because now in the position I'm in, I'm learning so much about history, about social sciences, and I've got no formal training in those [fields]. Also, be okay if you make a mistake. I used to be very concerned about that. Having made mistakes, and not doing something exactly right, and learning something from that experience, I've found that that is so important to learn from the mistakes you've made, so you don't make them over and over again.

4 Cool Facts About the AXOLOTL

aka. *Ambystoma mexicanum*
(pronounced ax-oh-lot-ul)



Written by Christine Wang, 4th year HSS

Illustrated by Christine Wang and Meaghan De Jesus, 4th year BIM

1. Although the axolotl is sometimes referred to as the Mexican Walking Fish, **it's actually a salamander!** This means it's not actually a fish, but instead an amphibian. It has a three-chambered heart and is more closely related to a frog than a fish.
2. The name "axolotl" comes from Nahuatl, an Aztec language. There are a few possible translations for the name, with a commonly accepted one being "water-dog" – "atl" for water and "xolotl" for dog. Another possibility is that the name comes from **Xolotl, the god of deformations and death.**
3. The axolotl exhibits a phenomenon called **neoteny**, meaning it retains its larval form throughout its entire lifespan, even past sexual maturity. Imagine looking like a baby for your whole life! No wonder axolotls are so cute. Scientists are still not sure why axolotls do not undergo metamorphosis. It has been found that when pituitary grafts of *Ambystoma tigrinum* (a metamorphosing species closely related to the axolotl) are given to them, they can metamorphose. Thus, a defect in the axolotl pituitary could potentially be responsible. Metamorphosis can also be induced with thyroid hormone (TH), thyroid-stimulating hormone (TSH), or stimulation of hypothalamic neurons.
4. The axolotl does not heal from wounds through scarring, but through regeneration! It is able to regenerate whole appendages and important organs within just a few months. **There have even been documented cases of regeneration of some parts of the brain and eyes.**

At the moment, the axolotl is listed as critically endangered on the IUCN Red List. Its most significant threat is the pollution of lakes and canals in their natural habitat. Do your part in alleviating the burden of pollution – don't let such a cool creature go extinct!



THE SYNTHESIS OF THE HORSEPOX VIRUS GENOME AND THE REACTIONS OF THE SCIENTIFIC WORLD

Arlette Aluma Kasongo, year 2 BIO

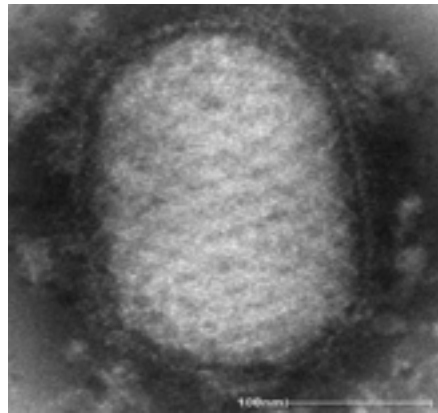
The horsepox virus, or vaccinia virus, is a virus similar to the smallpox virus. This virus was recently synthesized by Dr. David Evans and his team of scientists at the University of Alberta in Edmonton, Canada. The trials were mainly done on horses, hence the name of this virus.

We can consider this virus as a close relative to smallpox, which is a very dangerous, contagious, and epidemic disease for humans. Poxvirus is transmitted by suspended particles or by infected people. Smallpox is among the first diseases that were eradicated, in 1980, through mass vaccination conducted by the World Health Organization (WHO).



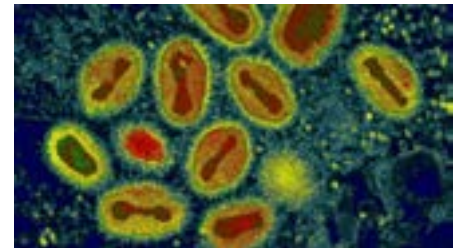
The effects of smallpox on humans

This synthesis, however, raises several ethical and moral questions due to the possibility of recreating the smallpox virus, which was eradicated 37 years ago and only kept in two laboratories in the world for research purposes. This is the reason why many biosafety experts and well-known scientific journals have refused to publish Dr. Evans' work. In fact, per the WHO, it is forbidden to work on more than 20% of the human smallpox genome.



Poxvirus

The main goal of any scientist is to improve living conditions without ignoring the positive and negative consequences of an action. The synthesis of the horsepox virus will certainly allow the creation of many vaccines against several diseases. It will also lead to great progress in viral-based therapeutic research on cancer. This project has a very important academic value and can also help to elucidate the history of smallpox vaccination, as many scientists affirm. The world should accept the evidence resulting from this synthesis and the possibility that we can now synthesise some viruses in laboratories. Rather than standing against this project, we should support it and try to find strategies to avoid the misuse of the discoveries.



Source: WHO

References

Why do Hot Things Get Colder/ Pourquoi les objets chauds deviennent-ils froids?

Schroeder, Daniel V. An Introduction to Thermal Physics. San Francisco: Addison Wesley Longman, 2000.

Image of Einstein Solid. Source: <https://mappingignorance.org/2015/12/17/einstein-and-quantum-solids/>

Axolotl

Axolotl videos, photos and facts. (n.d.). Retrieved June 27, 2017, from <http://www.arkive.org/axolotl/ambystoma-mexicanum/>

John:- at -:caudata.org, J. P. (n.d.). Introduction. Retrieved June 26, 2017, from <http://www.axolotl.org/>

Rosenkilde, P., & Ussing, A. P. (2004). What mechanisms control neoteny and regulate induced metamorphosis in urodeles?. *International Journal of Develop-*

mental Biology, 40(4), 665-673.

Roy, S., & Gatién, S. (2008). Regeneration in axolotls: a model to aim for!. *Experimental gerontology*, 43(11), 968-973.

Taugog, A., Oliver, C., Eskay, R. L., Porter, J. C., & McKenzie, J. M. (1974). The role of TRH in the neoteny of the Mexican axolotl (*Ambystoma mexicanum*). *General and comparative endocrinology*, 24(3), 267-279.

Editorial

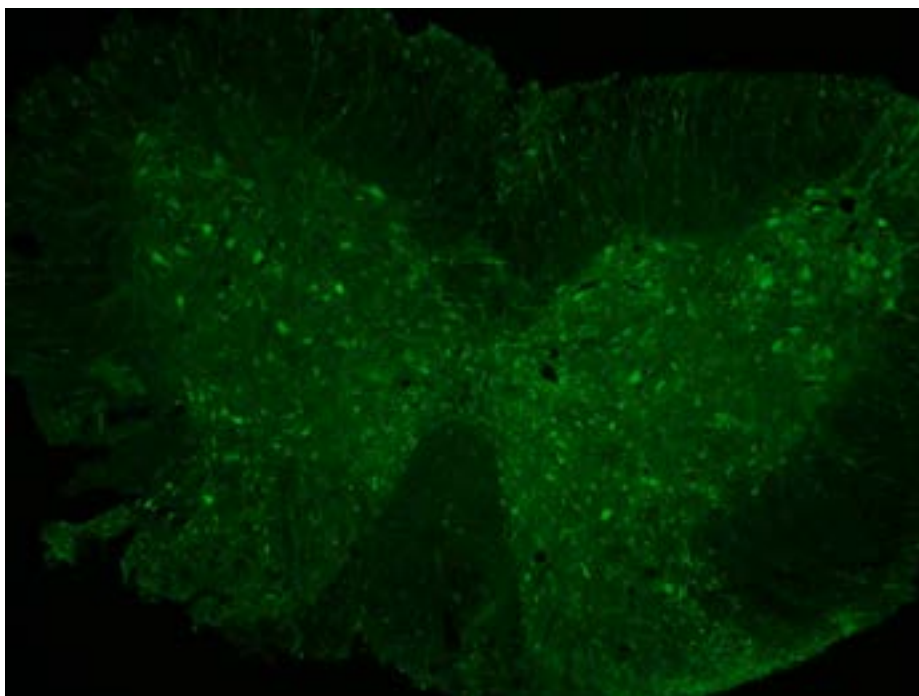
<https://www.westminsterpublicschools.org/cms/lib/CO01001133/Centricity/Domain/398/AP%20Chemistry%20Zumdahl%20Textbook.pdf>

Art in
Science

L'art en
Sciences



CVD grown MoS₂ on SiO₂ | MoS₂ déposé sur SiO₂ par exfoliation sous un microscope optique
Sanmeet Chahal, Candidat pour la M. Sc. en physique | Candidate for Masters in Physics



Analyse de l'expression d'Arc selon le modèle photothrombotique d'un AVC ischémique. Nous étudions le rôle d'ARC dans le circuit neuronal pour développer des nouvelles formes motrices chez une souris ayant subi un AVC. Projet dirigé par Dr Tuan Bui and Dr Diane Lagace.
Uyen Do, BIM 5e année

Analysis of Arc expression in photothrombotic model of ischemic stroke. This figure shows a C6 section of mouse spinal cord stained with Arc-GFP. Arc is a protein associated with synaptic plasticity and motor memory development. In this experiment, we tested the role of Arc in reforming neural circuits to develop novel forms of muscle coordination in a mouse model that has been given a stroke. A project supervised by Dr. Tuan Bui and Dr. Diane Lagace.
Uyen Do, BIM 5e année

LA DECOUVERTE DU GENOME DU VIRUS HORSEPOX ET LES REACTIONS SCIENTIFIQUES

Arlette Aluma Kasongo, 2e année BIO

Le virus horsepox ou virus de la vaccine est un virus semblable à celui de la variole. Ce virus vient d'être synthétisé par l'équipe du Docteur David Evans de l'Université d'Alberta en Edmonton, Canada. Les essais ont été faits sur le cheval d'où le nom *horsepox virus* en anglais pour signifier le virus du cheval.

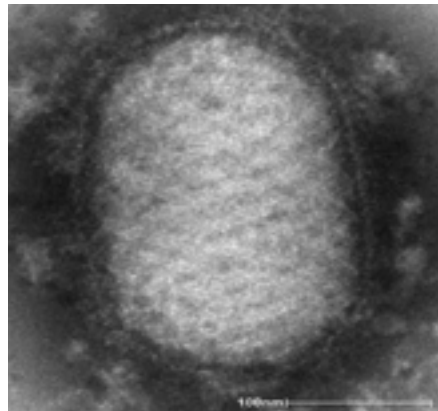
Ce virus est le cousin de la variole. Cette dernière est une maladie violente qui touche l'espèce humaine. Elle est virale, contagieuse et épidémique due à un poxvirus qui se transmet par des particules en suspension ou même par des personnes infectées. Elle fut donc parmi les premières maladies virales à être éradiquée, en 1980, par la vaccination massive grâce à l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).



Source: OMS

Les effets de la variole sur l'humain

Bien que l'équipe du Docteur Evans ait pu recréer le cousin de la variole, cette découverte relève de nombreuses questions d'ordre tant éthiques que morales car il y aurait de fortes possibilités de recréer le virus de la variole qui a été éradiqué depuis 37 ans et qui est seulement conservé dans deux laboratoires au monde pour des fins de recherche scientifique.



Poxvirus

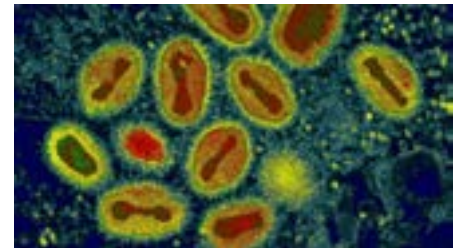
Le seul danger serait donc de pouvoir recréer le virus de la variole dans le seul but de nuire à l'humanité. Ainsi, des experts en biosécurité et des revues scientifiques très reconnues ont refusé de publier les travaux du Docteur Evans et de son équipe car, d'après l'OMS, il est interdit de synthétiser et de travailler sur

plus de 20% du génome de la variole humaine.

Le but ultime de tout scientifique est d'améliorer les conditions de vie sans ignorer les conséquences tant positives que négatives. Cette immense découverte aurait comme avantages la possibilité de fabriquer des meilleurs vaccins contre des nombreuses maladies et de voir même les recherches thérapeutiques du cancer.

Ce projet a donc une valeur académique très importante pouvant aider également à élucider l'histoire de la vaccination antivariolique comme l'affirme des nombreux scientifiques.

Le monde devrait plutôt accepter l'évidence de cette étude et la possibilité de la synthèse de certains virus dans le laboratoire. Au lieu de combattre le projet, il faut le protéger et trouver de meilleures stratégies pour protéger et contrôler ce genre de projet.



Nous cherchons des traducteurs et des auteurs francophones.
Ça vous intéresse? Contactez le Rédacteur en chef à redacteur.uocatalyst@gmail.com.

suis très enthousiaste et heureuse d'avoir l'opportunité d'exercer le métier que j'ai trouvé depuis que j'ai fini les études. Je me rends comptes que les opportunités de travail existent toujours même avec un diplôme en sciences.

Qu'aimez-vous le plus de votre métier ? Le moins ?

Je crois que c'est de pouvoir constamment apprendre. J'adore apprendre et ça n'a pas changé durant toute ma vie. J'adore lire, j'adore découvrir, et en ce moment, je découvre beaucoup de choses sur la muséologie, à propos de l'histoire de la science – pas seulement la science contemporaine et comment vont les choses aujourd'hui. J'apprends l'accessibilité aux expositions, l'interaction digitale et le design digital – des domaines dans lesquels je n'ai pas reçu de formation officielle. J'aime aussi travailler au sein d'équipes formidables et d'apporter des idées qui, espérons, permettront aux visiteurs de parler de cette science.

Actuellement, un des plus grands défis est celui des échéanciers. Nous avons un grand projet, dans un très court échéancier. Nous essayons de refaire un musée entier en deux ans. Parmi les choses que je trouve difficile, c'est vraiment d'essayer de concilier le travail bien fait et celui vite fait. Parfois, il est difficile de faire les deux. Je crois toutefois que cela est en même temps palpitant – d'essayer de refaire un musée en deux ans – mais en même temps, il y a des défis.

Comment trouvez-vous un équilibre entre le travail et la vie ?

Vraiment, tout est une question de repérer des choses qui m'apportent de la joie et du plaisir en dehors du travail, et de m'engager à les faire. Je joue au volleyball ou au volleyball de plage (en fonction du moment dans l'année) au moins une fois par semaine, parfois deux. De plus, j'aime courir, faire de la bicyclette et du jardinage une fois par semaine. Les romans policiers sont un autre plaisir, une façon relaxante de laisser mon cerveau se récupérer du travail.

J'ai également de la famille en ville (mon frère, mon neveu, ma belle-sœur et mon partenaire). Ainsi, j'adore passer du temps avec eux. Je crois qu'il est important de prioriser ces choses et donc j'essaye d'en profiter au maximum quand je ne travaille pas. C'est très important d'identifier ces aspects de la vie qui me tiennent à cœur et qui sont importants à long terme. Donc oui, ce projet est important en ce moment, mais dans cinq ans, quelles sont les choses qui seront les plus importantes dans ma vie ? C'est sur cela que j'essaie de me concentrer. C'est vraiment difficile de trouver du temps lorsque tout semble si urgent, mais il est important de se prioriser. Sinon, on risque de s'épuiser. Si je ne prends pas ce temps, je perds le focus et je travaille

plus lentement, et pas aussi bien.

D'où vous vient votre inspiration, tant au travail et ailleurs ?

Beaucoup de mon inspiration me vient de l'art et du design. Je dirais particulièrement en termes d'utilisation moderne de la technologie ; l'art contemporain utilise la technologie de toutes sortes et j'aime beaucoup contempler cela. Je crois que mon inspiration me vient également en observant tous ces gens merveilleux dans le domaine de la communication de la science, ceux du haut niveau, qui sont vraiment capables de communiquer la science de façon amusante. J'adore voir ce que font les autres, des vidéos amusantes sur YouTube, des choses comme ça. Trouver les sources qui sont bonnes, vraies et factuelles, mais également drôles et qui ne se prennent pas trop au sérieux – je tire beaucoup de cela. J'ai aussi besoin de repos, d'un temps de détente, où je ne prête attention à rien, que ce soit en regardant quelque chose de bête sur Netflix ou en lisant une revue de mode – je m'en inspire beaucoup. Quelles sont les couleurs intéressantes ? Que se passe-t-il maintenant ? Comment communiquent-ils leur information ?

Si vous pouviez retourner dans le passé et vous donner des conseils durant votre premier cycle à l'université, que diriez-vous ?

Je crois que je me serais dit de ne pas me concentrer seulement sur la mémorisation, mais de bien comprendre et d'appliquer toutes ces notions apprises. Ceci était difficile, étant donné que je devais apprendre le matériel pour les examens, par mémorisation. Si j'avais appliqué ce que j'ai appris, je m'en rappellerais mieux. Aussi, je me serais probablement dit d'apprendre le français plus tôt [rires]. J'étais en immersion française au lycée, à la quatrième année de mon premier cycle universitaire et aux études supérieures. J'utilise la langue encore maintenant.

Il faut diversifier, pas seulement les cours de science, mais aussi quelque chose qui nous tient à cœur. Que ce soit le français (que j'ai adoré) ou bien les cours très intéressants de psychologie ou des classiques grecques que j'ai pris, ils m'ont tous donné un peu de temps pour penser à autre chose, penser différemment. J'aurais aimé prendre plus de ce type de cours, car maintenant j'apprends énormément à propos de l'histoire, des sciences sociales, et je n'ai aucune formation officielle dans ces domaines. Aussi, ne pas s'en faire de commettre des erreurs. J'avais l'habitude d'être très préoccupée par cela, et en commettant des erreurs, en ne faisant pas quelque chose parfaitement et en apprenant de cette expérience, j'ai trouvé qu'il est si important d'apprendre de nos erreurs, afin de ne pas les répéter continuellement.

ENTRETIEN AVEC DRE DAWN HALL

Auteur: Cassidy Swanston

3e année BIO, mineur en Communications

Photo par Éric Labranche, retouchée par Christine Wang

Dre Dawn Hall

*Conseillère scientifique et Agente d'interprétation des expositions,
Musée des sciences et de la technologie du Canada*

Commencant par votre décision d'entreprendre vos études en sciences, comment êtes-vous arrivée à votre poste d'aujourd'hui?

J'ai commencé mes études à Brock University en sciences générales. Durant l'été de ma troisième année, j'ai travaillé dans un laboratoire pour étudier la biochimie des plantes, et par la suite, j'y suis restée pour faire mon projet de quatrième année. J'ai décidé de rester à Brock pour entamer une maîtrise, que j'ai prolongée pour obtenir mon doctorat. J'étudiais principalement la biochimie des raisins tels les voies de production de couleurs différentes chez les raisins et même leur métabolisme secondaire. Ensuite, j'ai décidé d'entamer un post-doctorat de 4 ans à UBC. Tout au long de mon séjour à Brock et à UBC, je me suis impliquée dans la promotion de la science et dans la négociation pour des politiques impliquant les étudiants aux cycles supérieurs ou au post-doctorat. Cela m'a introduit aux domaines qui me plaisent – la communication de la science et la politique.

Ensuite, j'ai décidé de quitter le monde académique et de poursuivre une carrière dans le domaine de la politique ou de la communication de la science. J'ai déménagé à Toronto et j'ai appliqué pour des emplois. J'ai commencé comme guide à l'Ontario Science Center pendant un an. Par la suite, j'ai pu accéder à une position de chercheuse dans le département de planification d'expositions pendant deux ans et demi. Après cela, je suis arrivée ici en tant qu'Agente d'interprétation dans l'équipe d'expositions pour la rénovation du musée. J'occupe maintenant depuis quelques temps le poste de Conseillère scientifique ici au MSTC, un nouveau poste – nous essayons de bâtir des réseaux à travers le pays, communiquer la science, s'approcher aux public et travailler avec des chercheurs pour communiquer leurs savoirs.

**Vous êtes-vous sentie déchirée entre votre côté créatif et celui scientifique ?
Comment est-ce de les combiner en une seule carrière ?**

Absolument. Pas tellement déchirée, mais plutôt, je n'ai jamais eu assez de temps en une journée pour faire tout ce que je désirais. Évidemment, j'ai trouvé que ma recherche durant mon doctorat et post-doctorat comportait des éléments de créativité, mais c'est vraiment à travers la communication scientifique et le travail politique que j'ai pu me concentrer sur ce que je voulais vraiment faire. J'ai toujours cherché à faire du travail bénévole qui pourrait m'aider à garder ces intérêts allumés en moi. Je suis chanceuse d'exhumer ce rêve dans cette carrière. Assurément, travailler en tant qu'hôte m'a fait acquérir beaucoup d'expérience sur les différentes façons d'utiliser toutes sortes de technologies afin de communiquer la science. C'est fantastique ! Je



4 Faits chouettes sur l'AXOLOTL

alias *Ambystoma mexicanum*
(prononcé a-kso-lo-tl)

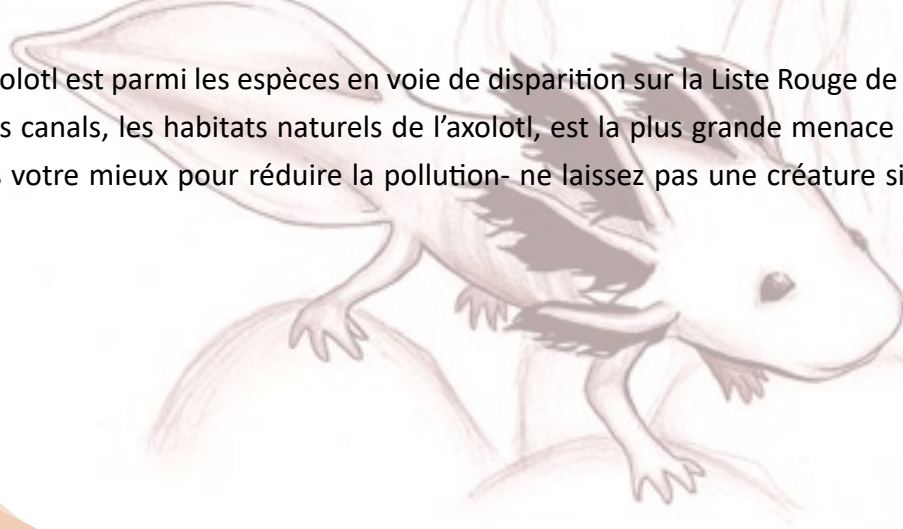


Auteure: Christine Wang, 4e année HSS

Illustratrices: Meaghan De Jesus, 4e année BIM et Christine Wang

1. Bien qu'il soit surnommé le "Poisson marchand mexicain", il est en fait une salamandre! Ceci veut dire qu'il n'est pas un poisson, mais un amphibien. Il possède un coeur à trois chambres et il est plus parrainé aux grenouilles qu'aux poissons.
2. Le mot "Axolotl" vient du Nahuatl, une langue aztèque. Il existe plusieurs traductions pour ce mot: "Chien de mer" est parmi les plus reconnues ("atl" signifie "eau" et "xolotl" signifie "chien"). Certains suggèrent que le nom est dérivé du "Xolotl", soit "le Dieu des déformations et de la mort"
3. L'axolotl subit un phénomène appelé néoténie, c'est-à-dire, il retient sa forme larvaire tout au long de sa vie, même après avoir atteint la maturité sexuelle. Imaginez avoir l'air d'un bébé tout au long de votre vie! Voilà pourquoi les axolotls sont si mignons. Les scientifiques ne savent pas pourquoi les axolotls ne subissent pas une métamorphose. On a découvert que l'*Ambystoma tigrinum*, une espèce apparentée à l'axolotl, peut effectuer la métamorphose après avoir reçu une greffe de pituitaire. Ceci démontre que le pituitaire de l'axolotl pourrait être défectueux. On peut aussi induire la métamorphose en lui introduisant l'hormone thyroïdienne et la thyroïdostimuline ou en stimulant les neurones hypothalamiques.
4. L'axolotl ne cicatrise pas les régions blessées, il les régénère! Il peut régénérer des membres entières, même les organes importants, au bout de quelques mois. On a documenté, chez l'axolotl, des cas de régénération des parties du cerveau et des yeux.

Aujourd'hui, l'axolotl est parmi les espèces en voie de disparition sur la Liste Rouge de l'UICN. La pollution des lacs et des canaux, les habitats naturels de l'axolotl, est la plus grande menace à laquelle l'axolotl fait face. Faites votre mieux pour réduire la pollution- ne laissez pas une créature si chouette disparaître!



Setti Belhouari, 3e année BCH et MAT

L'introduction typique d'un manuel de science, quoi qu'il soit en biologie, en chimie, en physique ou en mathématiques, commence très souvent en décrivant le parcours des scientifiques grecques, tels Aristote, Démocrite et Pythagore. Ensuite, l'introduction saute aux scientifiques de la Renaissance, comme Léonard de Vinci, Kepler et Copernic. Finalement, elle conclut en mentionnant les scientifiques post-Révolution industrielle comme Gauss et Darwin.

Un lecteur vigilant remarquerait peut-être: "Que s'est-il passé pendant les 2000 années après les Grecques? La science s'est-elle éteinte pendant 2000 ans? Est-elle renée pendant la Renaissance?" À ma grande surprise, mon manuel de chimie en onzième année comprend une brève discussion de ces 2000 années mystérieuses:

Les prochaines 2000 années de l'histoire en chimie étaient dominées par une science fautive appelée alchimie. Certains alchimistes étaient des mystiques et des imposteurs obsédés par l'idée de transformer les métaux rentables en or. Néanmoins, plusieurs alchimistes étaient des scientifiques sérieux, et cette période a connu des avancements importants: Les alchimistes ont découvert plusieurs éléments et ont appris à préparer des acides minéraux. (Zumdahl, 7ed). [Traduction non officielle].

Puisque j'avais beaucoup lu sur ces 2000 ans avant de lire l'introduction de mon manuel de chimie, j'étais choquée, dégoûtée et frustrée par la façon dont les auteurs ont décrit l'alchimie, et je le suis toujours. Alchimie est dérivée du mot arabe *alchemia*, qui veut tout simplement dire chimie. Loin d'être de faux scientifiques, les alchimistes, ou scientifiques arabes (aussi appelé mauresques), de Moyen Âge ou de l'Âge sombre, suivaient la méthode scientifique: Contrairement à leurs homologues de la Grèce antique qui croyaient que

le monde pouvait être étudié par la voie de la déduction spéculative, les scientifiques mauresques croyaient que les suppositions ne pouvaient être prouvées sans vérification expérimentale. Ils ont ainsi développé des méthodes de documentations rigoureuses, parmi lesquelles la traduction de leurs travaux au Latin pour partager leurs découvertes avec l'Europe. L'idée de transformer les métaux rentables en or n'était pas une obsession, mais plutôt un projet royal pour enrichir l'empire. Il s'agissait d'un moment révolutionnaire quand le gouvernement se servait des scientifiques, et non des dogmes, pour le bien commun.

En fait, l'Âge sombre, n'était sombre que pour l'Europe du Nord. L'Orient, l'Andalous (la péninsule ibérique d'aujourd'hui) et les aztèques, entre autres, fleurissaient pendant deux mille ans. Il devient clair que la Renaissance n'est pas une véritable renaissance comme on le prétend, mais un transfert de connaissances et de prospérité de l'empire mauresque, à l'Europe entière. La science n'est pas restée stagnée pendant deux mille ans, elle était ailleurs tout simplement.

Bien que je reconnaisse que mon livre de chimie de mon onzième année a mentionné cette ère, je suis déçue que leur description soit aussi partielle et erronée. Je remarque que les auteurs ont donné les noms de certains scientifiques de l'"ère spéculative" grecque et de la période post-Révolution industrielle, mais ne nomment aucun alchimiste.

Je me demande combien de scientifiques et d'explorateurs, ayant des origines sociales, culturelles et politiques différentes sont écartés de l'histoire de la science. Combien de scientifiques aztèques, communistes, chinois, arabes, etc. ne sont pas connus? Cette perception ethnocentrique de la science est discriminatoire. Nous serons peut-être les scientifiques dont les accomplissements seront oubliés, ou pire encore, démunis.

Que se passe-t-il lorsque des grandes valeurs entrent en jeu?

Nous connaissons la base; maintenant considérons un système plus gros. Supposons que Kenny a 300 oscillateurs ($N_K = 300$) et Elsa a 200 oscillateurs ($N_E = 200$) avec un total de 100 unités d'énergie pour le système ($q_{\text{total}} = 100$). En analysant de la même manière qu'avec le petit système, nous obtenons les données résumées dans la Figure 4. Dans cette situation, nous obtenons 101 micro-états différents : $q_K = 0, 1, 2, \dots, 100$; le macro-état le moins probable est $q_K = 0$ qui possède tout de même 2.8×10^{81} micro-états. Au contraire, le macro-état le plus probable de survenir est $q_K = 60$ avec 6.9×10^{114} micro-états différents et un nombre total de micro-états de 9.3×10^{115} .

En utilisant la supposition que les micro-états ont des probabilités égales et en divisant le nombre total de micro-états (9.3×10^{115}), nous pouvons obtenir la probabilité qu'un système se retrouve dans chaque macro-état. En appliquant cette logique, nous trouvons que la probabilité la plus élevée est pour le macro-état $q_K = 60$ avec une probabilité de 7.4%. Au contraire, la probabilité la plus basse est pour le macro-état $q_K = 0$ avec une probabilité de 10-33%! L'histogramme du nombre total de macro-états démontre que la probabilité de distribution de trouver un système fait un pic maximum très défini (voir Figure 4) comparativement au petit système de la Figure 3.

Maintenant, supposons que nous commençons notre système avec $q_K = 100$, ce qui signifie que toutes les unités d'énergie sont dans le solide Kenny. Donc, Kenny est un solide d'Einstein chaud tandis qu'Elsa est un solide d'Einstein froid avec $q_E = 0$. Les unités d'énergie sont libres de se déplacer de manière aléatoire entre les oscillateurs des deux solides d'Einstein. Si nous vérifions notre système après un certain temps, selon les probabilités calculées, nous sommes quasiment assurés que le q_K aura diminué tandis que q_E aura augmenté de manière à ce que nous approchions le macro-état possédant la probabilité maximale. Cela correspond au flux irréversible de chaleur du solide chaud, Kenny, vers celui froid, Elsa! Par conséquent, nous obtenons la raison pour laquelle les objets chauds deviennent froids : le macro-état dans lequel l'énergie est la plus uniformément distribuée dans le système d'objets chauds et froids possède beaucoup plus de micro-états. Alors, la probabilité d'atteindre ce macro-état est beaucoup plus élevée!

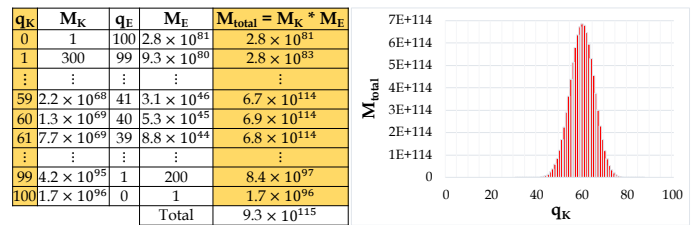


Figure 4. Les micro-états pour un système avec $N_K = 300$, $N_E = 200$ et $q_{\text{total}} = 100$ unités d'énergie. Le nombre de micro-états pour chaque macro-état est démontré dans le diagramme à bandes à droite.

La raison principale derrière le flux de chaleur des objets chauds vers les objets froids est que plus la grandeur du système augmente (plus grands N et q), plus la distribution des probabilités commence à obtenir un pic maximal pointu autour du macro-état le plus probable. Cet effet est démontré dans la Figure 5 où la distribution des probabilités pour un système avec N et q de 100 est comparée à un système plus grand avec N et q de 10'000. Pour le système de $N \sim 10000$, la distribution des probabilités est beaucoup plus concentrée autour du macro-état avec probabilité la plus élevée $q_K = 5000$, ce qui correspond à un partage égale des unités d'énergie entre les deux solides. Ainsi, quand la grandeur du système augmente vers une échelle macroscopique dans l'ordre du nombre d'Avogadro : 10^{23} , nous pouvons imaginer que seulement les macro-états très proches du pic de distribution auront une probabilité suffisamment grande et pourront se produire.

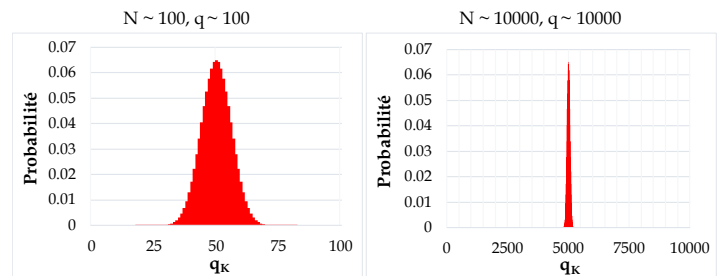


Figure 5. Histogramme démontrant la probabilité relative d'être dans chaque macro-état, pour un petit système à gauche (pour 100 oscillateurs dans chaque solide et 100 unités d'énergie au total) et pour un grand système à droite (1000 oscillateurs dans chaque solide et 1000 unités d'énergie au total).

La raison pour un flux spontané de chaleur a été rapidement résumé par l'observation poétique du physicien américain Ralph Baierlein : « Tout fonctionne parce que le nombre d'Avogadro est plus proche de l'infini que de 10 ».

Un macro-état englobe uniquement les propriétés macroscopiques du système. Pour un solide d'Einstein, un macro-état pourrait être défini par le nombre total d'unités d'énergie dans le système. Dans le Tableau 1, chaque rangée de valeurs d'énergie représente un micro-état différent, mais elles partagent tous le même macro-état de $N=3$ et $q=2$.

Il peut être ardu de différencier le macro-état du micro-état donc voici une autre façon de les voir. Dans le cas d'une bouteille de gaz, le micro-état serait donné par la position et la vitesse de toutes les particules gazeuses. Le macro-état (ce que nous observons réellement) peut être défini par la pression, le volume et la température du gaz.

Compter les micro-états

Retournons au modèle initial de Kenny et Elsa, nos deux solides d'Einstein. Une des raisons pour lesquelles nous utilisons un solide d'Einstein est qu'il est très facile de compter le nombre de micro-états pour un macro-état spécifique. La formule suivante permet de calculer le nombre de micro-états pour un macro-état précis :

$$M(N, q) = \frac{(q + N - 1)!}{q! (N - 1)!} \quad (1)$$

où $M(N, q)$ est le nombre de micro-états pour l'état (N, q) du solide d'Einstein et ! est le symbole pour l'opération factorielle. Par exemple, $5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$.

Nous possédons maintenant toutes les connaissances nécessaires pour considérer un petit système où Kenny et Elsa sont constitués de 3 petits oscillateurs ($N_k = N_E = 3$) et où il y a un total de 6 unités d'énergie dans le système ($q_{\text{total}} = q_k + q_E$). Dans ce cas, sept macro-états sont possibles : $q_k = 0, 1, 2, \dots, 6$. Pour chaque macro-état, on peut calculer le nombre de micro-états de chaque solide : M_k est le nombre de micro-états de Kenny et M_E le nombre de micro-états d'Elsa selon la formule donnée en (1). Puisque les solides sont indépendants, le nombre total de micro-états sera le produit de M_k et M_E . Le nombre de micro-états pour chaque macro-état est résumé dans la Figure 3.

Avant de continuer, assurons-nous de bien comprendre ce que la Figure 3 explique. Les colonnes importantes du tableau

sont surlignées en jaunes : la première colonne énumère les différents macro-états du système $q_k = 0, 1, 2, \dots, 6$ et la cinquième colonne détaille le nombre total de micro-états pour un macro-état spécifique. Le diagramme à bandes met en relation le nombre de micro-états (cinquième colonne) pour chaque macro-état (première colonne). Le diagramme démontre que le macro-état possédant le plus de micro-états est $q_k = 3$. Cela veut dire que Kenny a 3 unités d'énergie tout comme Elsa (puisque'il y a 6 unités d'énergie au total).

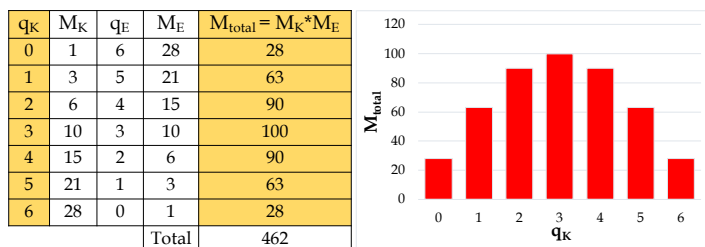


Figure 3. Les micro-états pour un système de deux solides d'Einstein avec $N_{\text{total}} = 3$ oscillateurs et $q_{\text{total}} = 6$ unités d'énergie. Le nombre de micro-états pour chaque macro-état est démontré dans le diagramme à bandes.

La supposition fondamentale

À ce point-ci, nous devons ajouter une supposition significative: celle que les unités d'énergie se déplacent de manière aléatoire entre les oscillateurs du système et qu'il y a une chance égale que chaque micro-état se produise. Je ne pourrai pas prouver cette supposition ici, mais vous devriez être en mesure de vous convaincre que c'est une supposition raisonnable puisqu'à l'échelle microscopique, tout procédé qui rend un système d'un état X à un état Y devrait être réversible et le système devrait donc être capable de revenir de l'état Y à l'état X.

Si nous appliquons cette supposition à notre petit système de 6 oscillateurs et 6 unités d'énergie résumé à la figure 3, nous pouvons tirer des conclusions hallucinantes! Puisqu'il y a un total de 462 micro-états de probabilité égale dans notre exemple, nous pouvons conclure que la probabilité d'être dans le macro-état $q_k = 0$ ou $q_k = 6$ est de $28/462$. De la même façon, la probabilité que le système soit dans le macro-état $q_k = 3$ est de $100/462$. Par conséquent, il est plus probable que l'énergie soit plus également répartie ($q_k = 3$ and $q_E = 3$) que le contraire où soit Kenny reçoit toutes les unités d'énergie $q_k = 6$, soit Elsa a toutes les unités d'énergie $q_E = 6$. Par contre, la différence de probabilités entre l'équilibre et le déséquilibre n'est pas grande (du moins pour l'instant...).

Pourquoi les objets chauds deviennent-ils froids?

Sanmeet Chahal, candidat pour la M. Sc. en physique

Introduction

Le principe que les objets chauds deviennent froids est aussi fondamental que le fait que $1+1=2$. Que ce soit du thé versé dans une tasse ou l'application de glace sur une entorse, c'est telle une loi universelle : l'énergie passe évidemment des objets chauds aux objets froids. Comme il sera possible de constater, la raison de ce principe repose entièrement sur les mathématiques et les probabilités.

Le modèle

Pour comprendre le flux de chaleur, considérons un modèle simple de deux objets que nous nommerons Kenny et Elsa. Considérons aussi que ces objets sont constitués d'un nombre spécifique d'oscillateurs (ressorts) et d'unités d'énergie. Le nombre de ressorts est dénoté N et le nombre d'unités d'énergie q .

Par exemple, Kenny pourrait avoir $N_K = 3$, $q_K = 4$ et Elsa pourrait avoir $N_E = 5$, $q_E = 2$. Cela signifierait que le solide Kenny est fait de 3 oscillateurs et 4 unités d'énergie tandis qu'Elsa aurait 5 oscillateurs et 2 unités d'énergie (ici, les indices « K » et « E » représentent ce qui appartient à Kenny et à Elsa, respectivement). L'image de ce modèle, aussi nommé le solide d'Einstein, est représenté dans la figure 1.

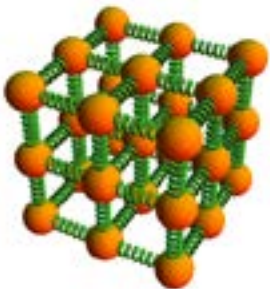


Figure 1. Une illustration du solide d'Einstein.

Dans le but de représenter un système physique où la chaleur est échangée, des suppositions et des contraintes quant au système et aux objets doivent être émises. La première est que les unités d'énergie q peuvent partir de l'objet initial et y revenir. En d'autres mots, il y a un échange d'énergie. La seconde est que l'énergie totale du système est constante, $q_K + q_E = q_{\text{total}}$. La figure 2 est un schéma résumant le système.

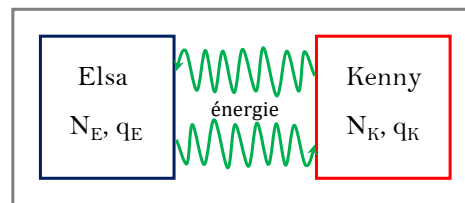


Figure 2. Le modèle du système contenant deux solides d'Einstein, Elsa et Kenny, s'échangeant de l'énergie. L'énergie totale du système est maintenue constante.

Pause

Avant de poursuivre notre découverte, nous devons définir deux termes, soit le micro-état et le macro-état. En thermodynamique, « micro-état » fait référence à la configuration microscopique de toutes les particules d'un système. Définir le micro-état signifie donc de préciser le nombre exact d'unités d'énergie contenues dans chaque oscillateur N_K et N_E . Un exemple des différents micro-états d'un solide d'Einstein où $q=3$ unités d'énergie est détaillé dans le Tableau 1.

Tableau 1. Différents micro-états d'un solide d'Einstein avec 3 oscillateurs ($N=3$) et 2 unités d'énergie ($q=2$). Chaque rangée du tableau représente un micro-état différent.

Oscillateur	N1	N2	N3
Énergie	2	0	0
	0	2	0
	0	0	2
	1	1	0
	1	0	1

Matières de septembre

Articles

3

Pourquoi les objets chauds deviennent-ils froids?

6

Éditorial

7

4 Faits chouettes sur l'AXOLOTL

8

Entretien avec Dre Dawn Hall

10

La découverte du génome du virus horsepox et les réactions scientifiques

Chèr(e)s amoureux des sciences,

Enfin, la rentrée universitaire. Bien qu'elle soit un moment de retrouvailles et d'espérance, elle est garnie d'incertitude et d'appréhension, surtout pour les courageux étudiants en première année. De toute façon, je salue chaleureusement tous les étudiantes et les étudiants qui poursuivent leur désir d'apprendre les sciences quoi qu'ils soient aux études du premier cycle ou aux études supérieures.

Les conseillers aux études, les centres d'aide en sciences, les bibliothèques universitaires, les services de la FÉUO, les clubs, etc. sont conçus pour enrichir votre expérience universitaire. Profitez-vous-en. Encore plus important, joignez vous au *Catalyst*. Devenez auteurs, traducteurs, rédacteurs, photographes et illustrateurs. Ne laissez pas le stress des bulletins ruiner votre passion pour les sciences !

Prenez soin de vous,

Setti Belhouari

Rédactrice en chef

Chers lecteurs et lectrices du *Catalyst*,

Au nom du journal, je vous souhaite la bienvenue dans l'année scolaire 2017-2018! J'espère que vous avez eu un été agréable et que vous avez hâte de rentrer dans les salles de classe et dans les laboratoires de l'Université d'Ottawa. Je voudrais aussi souhaiter une bienvenue particulière aux étudiants et aux étudiantes de première année, qui entrent pour la première fois dans le monde universitaire. Félicitations! Pour nous tous, les prochains mois seront remplis de nouvelles connaissances et d'expériences qui vont influencer notre avenir. Concentrez-vous sur vos buts, prenez du temps à vous détendre et n'oubliez pas la passion d'apprendre qui vous a amené aux portes du Pavillon Marion. En tant que la prochaine génération de scientifiques, joignez-vous au *Catalyst* pour vous tenir au courant des découvertes fascinantes faites autour du monde. Laissez-les inspirer vos études et vos propres idées!

Je vous souhaite bonne chance!

Sincèrement,

Tanya Yeuchy

Editor-in-Chief

L'ÉQUIPE

Rédactrice en chef

Setti Belhouari

Editor-in-Chief

Tanya Yeuchy

Directrice de Production

Christine Wang

Vice Editor-in-Chief

Sanmeet Chahal

Directrice des média

Saania Tariq

Directeur du site web

Michael Leung

Coordinatrices des auteurs

Anastasia Turner and Constance You

Auteur.e.s

Setti Belhouari

Sanmeet Chahal

Arlette Aluma Kasongo

Cassidy Swanston

Christine Wang

Illustrateurs et Photographes

Uyen Do

Sanmeet Chahal

Meaghan De Jesus

Rédactrices et Rédacteurs

Shobhita Balasubramaniam

Setti Belhouari

Alex Chen

Nasim Haghandish

Ann Lee

Hadjar Saïdi

Mihaela Tudorache

Traductrices et Traducteurs

Setti Belhouari

Shamei Benoit Leblanc

Hadjar Saïdi

Mihaela Tudorache

Septembre 2017
Volume 8: Numéro 1



STUDENT SCIENCE JOURNAL - JOURNAL ÉTUDIANT SCIENTIFIQUE

Entretien avec Dre Dawn Hall

PAGE 8

Pourquoi les objets chauds
deviennent-ils froids ?

PAGE 3

4 Faits chouettes sur l'AXOLOTL

PAGE 7