

Fights Bohr-dom

26th of January 2021

Édito N₄: La newsletter physicienne pour Normaliens confinés

Chers physiciens et physiciennes, l'équipe de rédaction vous adresse ses meilleurs vœux de joie, de santé et de succès dans vos projets. Nous avons le plaisir de vous présenter la quatrième édition de la Normale Physics Review et de vous annoncer que nous avons été rejoints par deux conscrits $\varphi 20$ pour la suite de nos aventures journalistiques.

Voici la fin des examens, profitons de l'intersemestre pour reprendre des forces pour entamer sereinement les cours du second semestre ou bien le stage de M1. Car en effet chers $\varphi 20$, vos M1 s'en vont pour de nombreuses semaines découvrir la vie en laboratoire (on espère que les débuts de stage à distance seront brefs). Ce sera l'occasion de vous raconter dans une rubrique inédite nos anecdotes et de vous introduire nos sujets de stage. Qui sait, peut-être que vous serez inspirés par l'un de nos sujets pour l'année prochaine ou bien même pour cet été. Malgré la distance, n'hésitez pas chers Conscrits à solliciter vos Vieilleux, on sera toujours ravis de vous conseiller.

Un grand merci à tous ceux qui ont contribué jusqu'ici à la rédaction de la newsletter, grâce à vous nous ne manquons jamais d'idée d'article ce qui rend notre travail très enthousiasmant. Le partage est une valeur importante dans la recherche, nous espérons très humblement y contribuer. (G.Rochefort)

ANNOUNCEMENT

New heading

Most of M1 students are going to start their application for the upcoming semester. Why don't share with us your own experience? Dear reader, we take the opportunity of this topic to announce our new heading : *Post card*. Send us a short text telling the place you are, your application subject. Tell us about the lab and what there is outside! (Yeah, you can join pictures of course). We will publish it in the next reviews! We are looking forward to your messages! (**the editorial board**)

[CLASS' LIFE]

End of term

This very unusual semester is now over since exams finished last Friday. We all have to content with new methods of teaching and new methods of communication. Who can know how class would be attended tomorrow? That is why we should put many efforts in order to improve as possible current teaching conditions. How can you contribute to this? Simply. Please, feel free to answer surveys about the courses you follow. Today, more than ever, your feedbacks are paramount! (**L.Brivady**)

I. JOURNAL CLUB STARTING NEXT WEEK

Are you planning to start your thesis soon, or even to become a full-time researcher, but realize that you are hardly exposed to any research? Would you like to change this in a small group with your classmates and read exciting research articles? Join us!

As a group of students from the M1, we are planning to organize regular meetings to expose ourselves to research during our studies, actively discuss with one another and thereby widen our scientific horizon. We will read modern research articles in small groups, in person at ENS once every two weeks with the aim to gain a profound understanding of the research work. The content should be as diverse as possible, spanning all areas of physics. Anyone can propose articles, to do so simply add them to the list on the wiki page dedicated to this project¹. We would also particularly appreciate if faculty suggested the most important and pedagogical articles in their field.

If you would like to join, please reach out to us! We will keep updating the wiki page for this journal club, openly accessible with an ENS login. However, to ensure small groups and in compliance with sanitary measures, we would like to gauge the interest ahead of time. We are in the process of organizing the first meeting and booking a room at ENS right now. The kick-off is foreseen for the first week of February, depending also on your availability. We cannot wait to meet

1. <https://wiki.eleves.ens.fr/departement/sciences/physique/journal-club/>

you and dive right in! (Y.Bouchereau and M.David)

II. SIR, I HAVE A QUESTION

Envie de vous lancer en tant que Khôlleur à la fin du confinement? Peut-être trouverez-vous dans ces questions un problème ouvert intéressant pour vos taupins. Vous observez un phénomène étrange? Arrêtez de regarder Stranger things et envoyez-nous une question! (G.Rochefort)

I : Consider the Hamiltonian $H = p^2 - x^4$ with an inverted (downward pointing) quartic potential. Which of the following properties are true about its spectrum?

1. It's not positive;
2. It's not real;
3. None of the above;

II : [Soft Matter] A droplet of radius R is launched at speed V on a fiber of radius $B \sim 50$ nm. Is the droplet caught or not?;

III : [thermodynamics] What is the temperature inside a droplet evaporating at ambient temperature $T = 20$ C?;

IV : [Mechanics] Sir Bradley Wiggins² hold the cycling hour record between 2015 and 2019, running 54.937 km. A rocker at heart, he wore a beard during its trying. Could you assess the aerodynamic damage of his folly? Does beard shaving give a significant advantage?;

V : [Biophysique] What phenomenon limits the size of aquatic mammals?;

VI : Why does materials dilate when temperature is increasing?;

VII : Which speed should be given to an electron to have the same collision effect than a fly when it bounce on our body? Can you play Air Soft with electrons?;

VIII : [Hydrodynamics] Fill a glass with tap water ("*l'eau du robinet*"). You should observe some foam between the liquid and the air (like beer foam). Why are there all these bubbles (for water)? Is there a scaling law between the filling flux Q , the radius of the water stream, the radius of the glass (quick geometry shows that for a given volume of foam the thickness of the foam is bigger when the radius is smaller) and other parameters?

IX : [Mechanics] What are the properties of the elastic to perform a Bungee Jump of 60 meters?

X : You are in the train. and it is crossing a tunnel. You get pain in your hears. Why?

Merci à E.Foucher, G.Rochefort, L.Brivady, R.Orageux; Frédéric Restagno

2. A famous British former professional cyclist

About the previous questions...

Question IV of N_3 :

This question is one of my favorite of the last edition. We would like to estimate you many people are needed to stop the rotation of the Earth. I'm going to present two calculus : first, I will consider that people are walking in the direction of West. Second, take everyone in the same place and let's jump together. What is going to happen?

Walking January 1st, 3000 -6 :00 am GMT. Today it's a great day for humankind and science. Under my supervision, a transcendental experiment will be realized. We're going to achieve Descartes' dream and get the control on Nature. Yes, today we will prevent Earth spinning. We gathered everyone one the equatorial line and at 12 :00 GTM they will run in the direction of the West (i.e in the Earth rotation).

January 1st, 3000 -11 :15 pm GMT. It was a failure. We didn't record at least a sligh effect. Why? Taking that the average mass of a human is $m = 60$ kg and there is $N = 7 \cdot 10^9$ humans on Earth, the Earth inertia momenta is about $I_T \approx 8.10^{37}$ kg.m², Earth radius $R \approx 6.10^6$ m and Earth spinning speed $\Omega = 7 \cdot 10^{-5}$ rad.s⁻¹. We could write the total angular momentum of the system Earth+Humans :

$$L_{tot} = L_{Earth} + L_{Human} = I_T \Omega + N m \Omega R^2 \quad (1)$$

Humans are running at speed V . $V \approx 3$ m/s. Because of angular momentum conservation, the modified spinning speed is :

$$\Omega' = \Omega - \frac{N m V R}{I_T + N m R^2} \quad (2)$$

Thus the variation is $\Delta\Omega \approx -810^{-20}$ rad/s ... Not so much. However, human are under-trained. Which velocity should we get to stop Earth spinning? From the previous equation :

$$V \approx \frac{\Omega I}{N m R} \approx 2.10^{17} \text{ m/s} \quad (3)$$

We would need ultra-relativistic humans...

Jumping Could we change the Earth spinning if everyone jump in the same time? We assume again that everyone is gathered uniformly on the equatorial line. The jump heigh is taking to be equal to h 0.5m. When human jump, the angular momentum L_{human} becomes $L'_{human} = m\Omega' (R+h)^2 \approx \Omega' (R^2 + 2hR)$. Hence, because of angular momentum conservation :

$$\Delta\Omega = + \frac{2hR}{I + NmR^2} \approx 7.10^{-30} \text{ rad/s} \quad (4)$$

Again it's a slightly effect. Moreover, until we land, the spinning speed would recovers its initial value. So you can jump as high as you can and run as fast as possible, don't worry, you won't stop the Earth spinning! (L.Brivady)

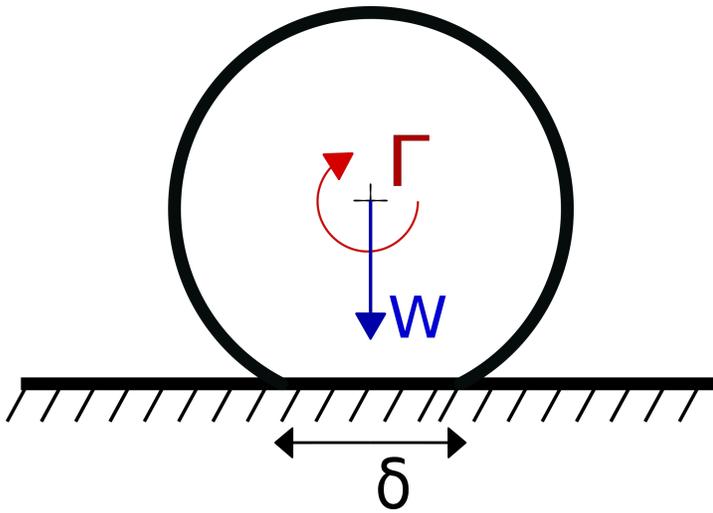


Figure 1

About the Question VII of N_2 :

In this question we were interested in describing how the rolling friction of bicycle tyres should evolve in terms of the pressure.

Lets consider of wheel of radius r submitted to a load W . Γ is the torque applied by the cyclist (see fig. 1). Because of the load, the wheel is pressed on the ground. Consequently, the tyre is deformed and there is no more single contact. Experimentally, we see that the contact surface is an ellipsis of semi-major axis $\delta/2$. So its surface is $S(\delta) = C\delta^2$. We define the rolling resistance torque as

$$\Gamma_R = \delta/2W \quad (5)$$

And we get the rolling resistance force $T = W\frac{\delta}{2r}$. The rolling resistance coefficient is finally defined as follow :

$$\mu = \frac{\delta}{2r} \quad (6)$$

We have now to determine how μ evolves regarding the tyres pressure P . Previously we assume thanks experimental constatations that the surface contact is an ellipsis of surface S . Assume now that the normal reaction of the ground is constant on the contact surface. Moreover, we consider that the deformation is sufficiently small such that the tyre pressure does not increase under the reduction of available volume (compression). At equilibrium we get :

$$P = \frac{W}{S} \Rightarrow C\delta^2 = W/P \quad (7)$$

Then, $\delta = \sqrt{\frac{W}{CP}}$ and the rolling resistance coefficient evolves as :

$$\mu = \sqrt{\frac{W}{CP}}/r = \frac{\kappa}{P} \text{ If the load is constant} \quad (8)$$

We are now interested in comparing this law with some experimental results. Results come from the study attached below. In this experiment, the rolling resistance force T is measured for different pressures. They observed that T obeys $T \propto P^{-\alpha}$ where $\alpha \sim -0.43$. Very close to our expectations!

The rolling resistance force is higher in experiments, why? To go further we might take into account additional contributing factors such as : speed, surface adhesion, losses due to hysteresis. (L.Brivady)

References : F.GRAPPE, R.CANDAU, B.BARBIER et J.D.ROUILLON. Laboratoire des Sciences du Sport, UFR-STAPS, 25030 Besançon cedex *Influence de la pression de gonflage sur la résistance de roulement en cyclisme*

III. DISCUSSION

Vulgarisation ou valoriser les connaissances.

Frédéric Restagno³

Fête de la science, participation à E=M6, les occasions de faire de la vulgarisation sont nombreuses pour les chercheurs et chercheuses. On peut néanmoins se demander s'il s'agit réellement de leur travail et si oui, comment cela s'insère dans les différentes missions du chercheur. On essaiera ici de se convaincre qu'il s'agit de valorisation de la connaissance scientifique.

Ce que l'on apprend en regardant le site internet du CNRS, c'est que les missions du chercheur sont multiples : production de nouvelles connaissances scientifiques, valorisation des résultats, diffusion de l'information scientifique, participation à la formation des doctorants, management de la recherche et dépôt de licences et de brevets. Il n'est pas nécessaire de remplir toutes ces missions à la fois et souvent, au cours de la carrière les chercheurs évoluent en se consacrant plus à l'une ou à l'autre de ces missions. Par exemple, il est rare (et c'est heureux) qu'un jeune chercheur ou une jeune chercheuse consacrent beaucoup de leur énergie au management de laboratoire. Contrairement à ce qui est souvent affirmé par les amateurs de vulgarisation scientifique, les actions en direction du grand public ou même l'enseignement (à l'exception de la formation doctorale) ne sont pas une mission explicite des chercheurs et chercheuses. En effet, la mission de diffusion de l'information scientifique peut être comprise comme le fait de communiquer les nouveaux résultats de la science à ses pairs par la publication d'articles dans des revues primaires ou par des communications orales dans des congrès. Alors, dans quelle case placer la vulgarisation? Je propose d'affirmer que vulgariser c'est valorisation. Une rapide lecture d'un dictionnaire définit la valorisation comme la « mise en valeur

3. Université Paris-Saclay, CNRS, Laboratoire de physique des solides.

de quelque chose pour en tirer davantage de ressources. » Il est donc intéressant de savoir quelles ressources il est possible de tirer d'un travail de vulgarisation.

J'ai commencé à m'intéresser à la question de la vulgarisation en 2005, dans le cadre de l'Année mondiale de la physique, qui célébrait les articles d'Einstein de 1905. Cette année-là, avec mon collègue Julien Bobroff, nous avons proposé une série de conférences dans les lycées intitulées « Un chercheur, un exposé, des expériences. » Nous apportons notre matériel, faisons des expériences dans les lycées, parlons de la recherche telle que nous la faisons. Depuis, j'ai multiplié les expériences et les supports en allant à la radio, en écrivant des brèves scientifiques, en participant à des émissions de télévision. Cela m'a même amené à incarner deux documentaires pour France 5 sur l'histoire des techniques ou à présenter des expériences explosives dans un talk-show du soir qui s'est vite arrêté. Quelles ressources peut-on tirer de toutes ces expériences ?

La question la moins intéressante dans l'absolu mais sans doute qui est celle, avouons-le, qui me motive la plus : qu'est-ce que j'en ai tiré. Évacuons l'ego : passer à la télévision ou à la radio n'est pas totalement déplaisant. On peut en discuter à la sortie de l'école, cela a fait la fierté de ma grand-mère... Et l'ego étant un moteur très puissant chez les chercheurs et chercheuses c'est une ressource qu'il ne faut pas négliger. Néanmoins, comme c'est une ressource honteuse, il convient d'en chercher d'autres. En réalité, faire de la vulgarisation force à réfléchir à la façon d'expliquer les choses : comment rendre les notions abordables, quelles sont les idées que je tiens à faire passer en priorité, qu'est-ce qui relève de la technique et qu'est-ce qui relève du concept essentiel. Ainsi, je crois que vulgariser m'aide à enseigner ou... À écrire des demandes de financement convaincantes.

Quelles ressources peuvent en tirer ceux qui m'écoutent vulgariser ? Il ne faut pas surestimer la vulgarisation : quand on vulgarise, on n'enseigne pas et ce qui reste chez l'auditoire est assez limité. Il ne faut pas trop attendre de ces séances du point de vue de la capacité à reproduire les raisonnements à réaliser un calcul. Néanmoins, ceux qui sont venus m'écouter peuvent, je l'espère, retenir qu'il y a encore de nombreuses choses que l'on ne sait pas, y compris sur la physique du quotidien. Ils se sont peut-être rendu compte que pour répondre à ces questions, il faut une méthode. Ils identifient le rôle des chercheurs dans la production des connaissances. Ils réalisent que les chercheurs et chercheuses sont des gens normaux et ne vivent pas dans un monde séparé du leur. Ils ressentent le plaisir qu'il peut y avoir à regarder le monde avec des yeux de physicien. Alors, ils auront peut-être envie de lire un livre



Figure 2 – Frédéric Restagno et Aymeric Gibet, commandant du Belem, France ©2p2l

de science, d'écouter une nouvelle émission de radio et de continuer le travail commencé avec eux.

La vulgarisation prend alors tout son sens du point de vue de l'utilité sociale même si l'on s'écarte d'une ambition initiale plus utopique dans laquelle la vulgarisation serait une sorte de rattrapage des choses que l'on n'a pas apprises à l'école. On peut échanger sur la physique, et l'échange est la première étape de la création de valeur. Je peux ainsi savoir quelle mission je remplis quand je vais expliquer la tribologie dans un club du troisième âge : je valorise. (F.Restagno)

IV. FREE PARTICLE

STAGE AU LNE

Mon stage de fin de L3 s'est déroulé au Laboratoire National d'Essai et de Métrologie le LNE (et oui il manque le "M"). J'ai travaillé sur un des lasers étalons Hélium-Néon de l'équipe des longueurs en métrologie fondamentale. Cette branche de la métrologie s'applique à produire des "expériences étalons" pour les différentes grandeurs de physique.

Extrait du rapport : Les laboratoires de métrologie doivent régulièrement comparer leurs étalons pour garantir leur traçabilité. Le laser HeNe de l'équipe des longueurs est asservi en fréquence sur une raie d'absorption de l'iode moléculaire. Pour réduire l'incertitude la fréquence du laser asservi, la température de l'iode doit être fixée à 0,1°C près en un endroit précis de sa cellule de verre qu'on appelle "queusot". Le but de ce stage était de proposer une solution de régulation de température du queusot moins volumineuse que celle préexistante. Il s'agissait de concevoir une alimentation asservie numériquement à l'aide d'un microcontrôleur Arduino. Au terme du stage, un prototype alimenté par un simple adaptateur 12V a pu être installé sur

le laser et a fonctionné plusieurs jours sans interruption.

J'ai pu effectuer ce stage dans les locaux du LNE dans le 15^{ème} arrondissement de Paris. Le sujet du stage a été très technique. Réaliser cet asservissement demandait de caractériser l'ensemble des composants du projet, notamment les modules Peltier dont on étudie le principe en cours de physique du solide mais aussi de s'approprier le fonctionnement d'une carte Arduino. Programmer l'asservissement n'est pas si compliqué mais comme vous le savez trouver le bon ajustement des paramètres est chronophage. L'un des aspects technique les plus intéressants a été de concevoir l'alimentation de puissance puisqu'il il fallait la "réinventer" pour réduire l'encombrement. Je ne savais pas comment utiliser un transistor en régime amplificateur de courant mais à force de recherche et de grillade j'ai pu faire une proposition qui a bien fonctionné!

Ce stage fut aussi une très belle occasion pour visiter les laboratoires du LNE. C'est ainsi que je me suis rendu au laboratoire des températures à Saint-Denis. J'y ai observé les différentes sections de mesures de température : les températures sont repérées par échantillons au point triple quand elles sont proches des températures ambiante mais au delà de 1200K environ on fait de la pyrométrie et on étudie un rayonnement de type corps noir. C'est là que j'ai appris que le LNE avait réalisé la meilleure détermination de la constante de Boltzman k_B en 2017. -Lien de l'étude-

Rapide définition historique de la métrologie

On parle de métrologie dans toute discipline scientifique qui effectue des mesures quantitatives. C'est la science transversale de la mesure. Le rôle de la métrologie est autant présent dans la mesure des constantes fondamentales et la production d'étalons pour les grandeurs du système international **SI**. Les principes de métrologie auxquels vous avez sans doute déjà eu affaire sont les règles de calculs d'incertitudes qui vous permettent d'évaluer la confiance que l'on peut accorder à une mesure dans une expérience.

1795 : Pendant la Révolution Française, Naissance du Système Métrique auquel Lavoisier a beaucoup contribué. On distribue des étalons du mètre dans toute la France.

1997 : Ratification de l'Arrangement de reconnaissance mutuelle de la conférence internationale des poids et mesures (CIPM MRA). 152 Instituts nationaux de métrologie (INM) sont fondés et mandatés pour assurer le raccordement au système métrique des appareils dans l'industrie. Le LNE est à la tête de la chaîne de certification Française et dépend du Ministère de l'industrie.

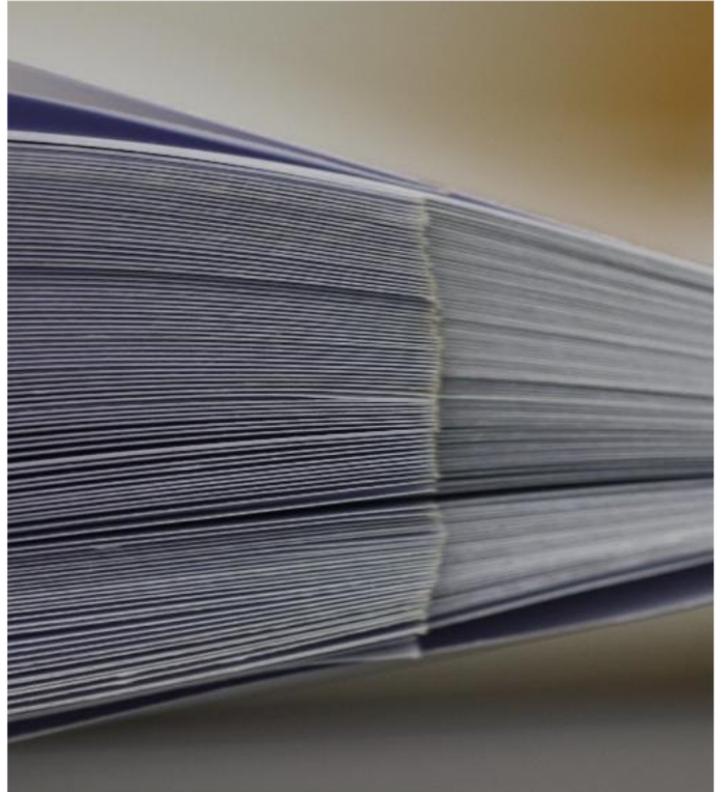
La métrologie répond sous cet aspect aux enjeux des échanges commerciaux en "régularisant" les flux de matière.

G.Rochefort

MYSTERY PHOTO

What is it? Could you guess the experiment and its purposes?

Thanks to Frédéric Restagno for the picture!



ACKNOWLEDGEMENTS

We thank our contributors for their fantastic articles and questions. We also thank everyone who send us their feedback and encouragements. And thank you dear reader!

We need you!

If you would like to contribute or support us, don't hesitate to contact us :

- **Esteban Foucher** φ_{20} :
esteban.foucher@ens.fr
- **Rodrigue Orageux** φ_{20} :
rodrigue.orageux@ens.fr
- **Basile Dhote** φ_{19} :
basile.dhote@ens.fr
- **Ludovic Brivady** φ_{19} :
ludovic.brivady@ens.fr
- **Guillaume de Rochefort** φ_{19} :
guillaume.de.rochefort@ens.fr