FESTIVAL INTERNATIONAL
DE BALLONS
Château-d'Oex

CHÂTEAU-D'ŒX

Espace Ballon - Hot Air Balloons Exhibition at Château-d'Oex

---

a historical overview and adding a local touch on the discovering of cosmic rays

Hans Peter Beck, University of Bern, Switzerland

28 November 2019

⟨S|P|S⟩ swiss physical society

CHiPP Swiss Institute of Particle Physics

u^b UNIVERSITÄT BERN

HFSJG High Altitude Research Stations Jungfraujoch & Gornergrat

UNI FR UNIVERSITÉ DE FRIBOURG UNIVERSITÄT FREIBURG

ORIGIN

Château-d’Oex, Switzerland

A rural village in the Vaudoise alps. Near Gruyère

International hot-air balloon festival - every year since 1979

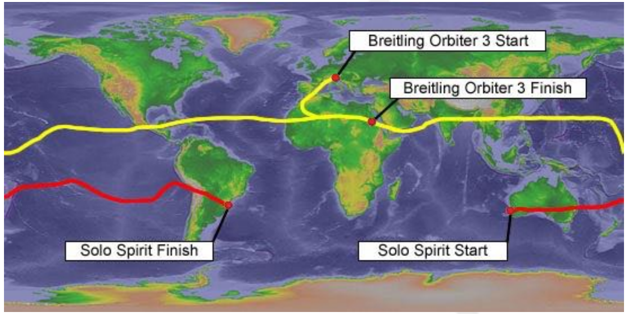
42e édition

25 janvier au 2 février 2020

CHÂTEAU-D'ŒX BCV HONDA

balloon museum

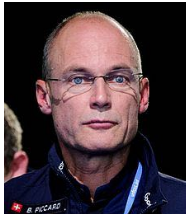
Breitling Orbiter 3 — Tour around the globe



The *Breitling Orbiter 3* combines the features of a hot-air balloon and a gas balloon, with a helium cell within a hot-air envelope.
Initially, the helium cell is filled to approximately 47% of its maximum capacity. During ascent, warming by the sun causes the helium to expand even more than the surrounding air, which aids the balloon in gaining altitude.

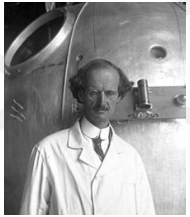
Take-off: 0805hrs UTC on Monday 1st March 1999 in **Chateau d'Oex**
Landing: 0600hrs UTC on Sunday 21st March 1999 in the **Egyptian dessert**

The Piccard family



Bertrand Piccard (1958–)
— Breitling Orbiter 1999
non-stop around the glob in a balloon
— Solar Impulse 2016
around the globe with solar powered plane

Jacques Piccard (1922—2008)
— Bathyscaphe Trieste 1960
down to the deepest locations
Mariana Trench, −11’000 m



Auguste Piccard (1884—1962)
— Gas-balloon to 17’000 m in 1932
first man in the stratosphere

OFFICIAL BALLOON MAIL

BRIAN JONES
PILOT

BERTRAND PICCARD
PILOT
Bertrand Piccard

CARRIED ABOARD
BREITLING ORBITER 3
HB-BRA

LAUNCHING Château d'Oex, CH, 01.03.1999, 0805 GMT
LANDING Dakhla, Egypt, 21.03.1999, 0552 GMT
DISTANCE 45755 kilometers flown
DURATION 19 days 21 hours 47 minutes

755

B. Piccard - B. Jones
Breitling Orbiter 3
Poste restante
1215 Genève 15

Auguste Piccard
born in Basel, CH
professor oh physics in Belgium
member of the Solvay Congress of
1922, 1924, 1927, 1930 and 1933
knew Hergé well and
inspired Hergé:
prof. Bienlein (german)
prof. Tournesol (french)
prof. Calculus (english)

A question from the director of the balloon museum

Michael Hoch (arts@CMS) exhibited his artworks in Vevey @ image festival.

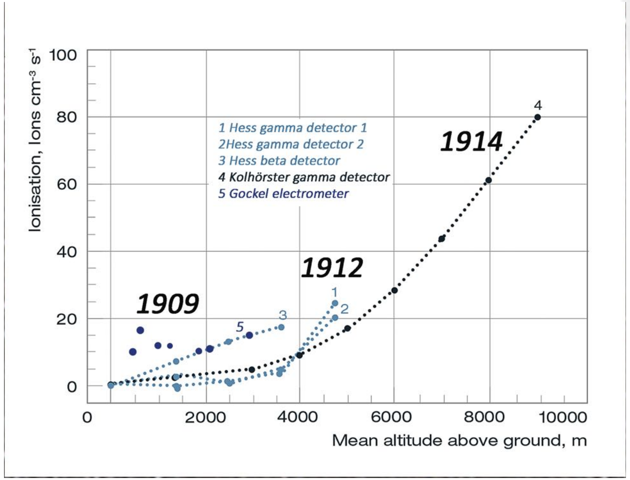
The director of the balloon museum saw Michael's exhibition in Vevey and contacted him to exhibit also in Chateau-d'Oex.

Michael invited me, asking how to make best use of this offer.

The detection of cosmic rays was done by measuring the ionisation of air in balloon flights, and thus a perfect link can be established to bring particle physics into a balloon museum.

This idea interested the director of the museum, and Michael and I started working.

Detection of cosmic rays



Ionisation of air increases with altitude.

Nobel prize to Victor Hess in 1936.

Victor Hess (1883-1964) — balloon flight in 1912.

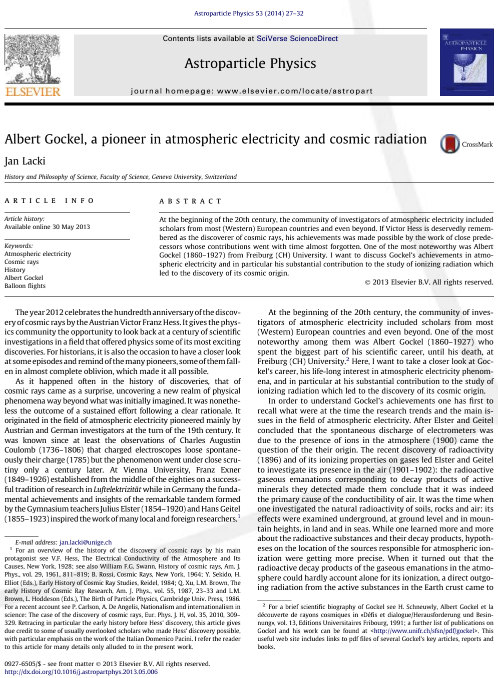
Albert Gockel — three years earlier in 1909

Professor in Fribourg (CH)

Albert Gockel [1860 Stockach (D) - 1927 Freiburg (CH)] made several balloon flights in the years from 1909 onwards up to 4500 m altitude to measure the ionisation of the air. The first flight took place on the occasion of the International Balloon Week in December 1909, when the Swiss Aeroclub provided a gas balloon to Albert Gockel and Alfred de Quervain[1] (1879-1927; geophysicist and meteorologist at ETH Zurich and vice-director of the then Meteorological Central Institute). Gockel came to an initial conclusion after his first balloon flight: "The result of the measurements is that the penetrating radiation in the free atmosphere is reduced, but by no means to the extent that could be expected if the radiation originated mainly from the ground. Some of this radiation must therefore "come either from the atmosphere or from a star outside the earth". Even though Albert Gockel does not yet speak of cosmic rays, and also expressed certain doubts about the reliability of his instruments, he can still be counted among the discoverers of cosmic rays.

[1] Around 1922, Alfred de Quervain and **Auguste Piccard** constructed a seismograph for the Swiss Seismological Service.

Astroparticle Physics 53 (2014) 27-32



Astroparticle Physics 53 (2014) 27–32

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Astroparticle Physics

journal homepage: www.elsevier.com/locate/astropart

Albert Gockel, a pioneer in atmospheric electricity and cosmic radiation

Jan Lacki

History and Philosophy of Science, Faculty of Science, Geneva University, Switzerland

ARTICLE INFO

Article history:
Available online 30 May 2013

Keywords:
Atmospheric electricity
Cosmic rays
History
Albert Gockel
Balloon flights

ABSTRACT

At the beginning of the 20th century, the community of investigators of atmospheric electricity included scholars from most (Western) European countries and even beyond. If Victor Hess is deservedly remembered as the discoverer of cosmic rays, his achievements was made possible by the work of close predecessors whose contributions went with time almost forgotten. One of the most noteworthy was Albert Gockel (1860–1927) from Freiburg (CH) University. I want to discuss Gockel's achievements in atmospheric electricity and in particular his substantial contribution to the study of ionizing radiation which led to the discovery of its cosmic origin.

© 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.

The year 2012 celebrates the hundredth anniversary of the discovery of cosmic rays by the Austrian Victor Franz Hess. It gives the physics community the opportunity to look back at a century of scientific investigations in a field that offered physics some of its most exciting discoveries. For historians, it is also the occasion to have a closer look at some episodes and remind of the many pioneers, some of them fallen in almost complete oblivion, which made it all possible.

As it happened often in the history of discoveries, that of cosmic rays came as a surprise, uncovering a new realm of physical phenomena way beyond what was initially imagined. It was nonetheless the outcome of a sustained effort following a clear rationale. It originated in the field of atmospheric electricity pioneered mainly by Austrian and German investigators at the turn of the 19th century. It was known since at least the observations of Charles Augustin Coulomb (1736–1806) that charged electroscopes loose spontaneously their charge (1785) but the phenomenon went under close scrutiny only a century later. At Vienna University, Franz Exner (1849–1926) established from the middle of the eighties on a successful tradition of research in *Luftelektrizität* while in Germany the fundamental achievements and insights of the remarkable tandem formed by the Gymnasium teachers Julius Elster (1854–1920) and Hans Geitel (1855–1923) inspired the work of many local and foreign researchers.[1]

At the beginning of the 20th century, the community of investigators of atmospheric electricity included scholars from most (Western) European countries and even beyond. One of the most noteworthy among them was Albert Gockel (1860–1927) who spent the biggest part of his scientific career, until his death, at Freiburg (CH) University.[2] Here, I want to take a closer look at Gockel's career, his life-long interest in atmospheric electricity phenomena, and in particular at his substantial contribution to the study of ionizing radiation which led to the discovery of its cosmic origin.

In order to understand Gockel's achievements one has first to recall what were at the time the research trends and the main issues in the field of atmospheric electricity. After Elster and Geitel concluded that the spontaneous discharge of electrometers was due to the presence of ions in the atmosphere (1900) came the question of the their origin. The recent discovery of radioactivity (1896) and of its ionizing properties on gases led Elster and Geitel to investigate its presence in the air (1901–1902): the radioactive gaseous emanations corresponding to decay products of active minerals they detected made them conclude that it was indeed the primary cause of the conductibility of air. It was the time when one investigated the natural radioactivity of soils, rocks and air: its effects were examined underground, at ground level and in mountain heights, in land and in seas. While one learned more and more about the radioactive substances and their decay products, hypotheses on the location of the sources responsible for atmospheric ionization were getting more precise. When it turned out that the radioactive decay products of the gaseous emanations in the atmosphere could hardly account alone for its ionization, a direct outgoing radiation from the active substances in the Earth crust came to

---

E-mail address: jan.lacki@unige.ch

[1] For an overview of the history of the discovery of cosmic rays by his main protagonist see V.F. Hess, The Electrical Conductivity of the Atmosphere and Its Causes, New York, 1928; see also William F.G. Swann, History of cosmic rays, Am. J. Phys., vol. 29, 1961, 811–819; B. Rossi, Cosmic Rays, New York, 1964; Y. Sekido, H. Elliot (Eds.), Early History of Cosmic Ray Studies, Reidel, 1984; Q. Xu, L.M. Brown, The early History of Cosmic Ray Research, Am. J. Phys., vol. 55, 1987, 23–33 and L.M. Brown, L. Hoddeson (Eds.), The Birth of Particle Physics, Cambridge Univ. Press, 1986. For a recent account see P. Carlson, A. De Angelis, Nationalism and internationalism in science: The case of the discovery of cosmic rays, Eur. Phys. J. H, vol. 35, 2010, 309–329. Retracing in particular the early history before Hess' discovery, this article gives due credit to some of usually overlooked scholars who made Hess' discovery possible, with particular emphasis on the work of the Italian Domenico Pacini. I refer the reader to this article for many details only alluded to in the present work.

[2] For a brief scientific biography of Gockel see H. Schneuwly, Albert Gockel et la découverte de rayons cosmiques in «Défis et dialogue/Herausforderung und Besinnung», vol. 13, Editions Universitaires Fribourg, 1991; a further list of publications on Gockel and his work can be found at <http://www.unifr.ch/sfsn/pdf/gockel>. This useful web site includes links to pdf files of several Gockel's key articles, reports and books.

0927-6505/$ - see front matter © 2013 Elsevier B.V. All rights reserved.
http://dx.doi.org/10.1016/j.astropartphys.2013.05.006

Setting up the exhibition

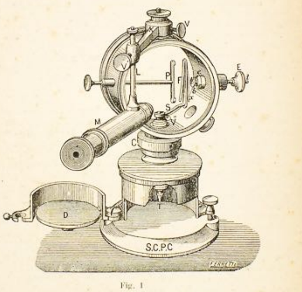
With balloons, cosmic ray discovery, and a local hero (Gockel), the narrative to set up the exhibition became clear.

Cosmic ray studies in Switzerland (and elsewhere in the world) opened up a new field of research.

  The High Altitude Research Station Jungfraujoch (3500 m) opened up in the mid 1920 and is still active today.

  They were happy to provide material.

  Uni Fribourg still had an ancient electrometer in their storage.

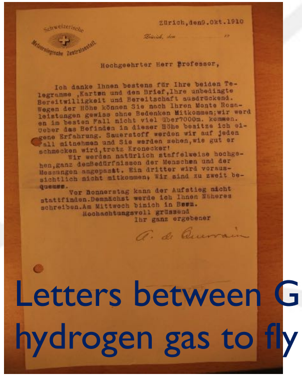


  Uni Bern had a spark chamber to put in place.

Original items to show


Sparkchamber

Electrometer used by Gockel around 1910



Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt

Zürich,den9.Okt.1910

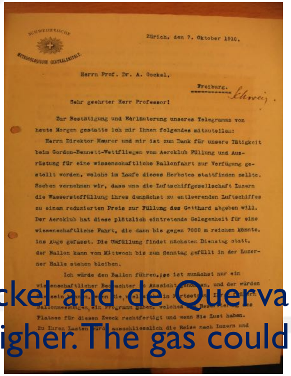
Hochgeehrter Herr Professor,

Ich danke Ihnen bestens für Ihre beiden Telegramme ,Karten und den Brief,Ihre unbedingte Bereitwilligkeit und Bereitschaft ausdrückend. Wegen der Höhe können Sie nach Ihren Monte Rosaleistungen gewiss ohne Bedenken Mitkommen;wir werden im besten Fall nicht viel über7000m. kommen. Ueber das Befinden in dieser Höhe besitze ich eigene Erfahrung. Sauerstoff werden wir auf jeden Fall mitnehmen und Sie werden sehen,wie gut er schmecken wird,trotz Kronecker!

Wir werden natürlich staffelweise hochgehen,ganz denBedürfnissen der Menschen und der Messungen angepasst. Ein dritter wird voraussichtlich nicht mitkommen; Wir sind zu zweit bequemer.

Vor Donnerstag kann der Aufstieg nicht stattfinden.Demnächst werde ich Ihnen Näheres schreiben.Am Mittwoch binich in Bern.

Hochachtungsvoll grüssend
Ihr ganz ergebener
A. de Quervain



Schweizerische Meteorologische Centralanstalt

Zürich, den 7. Oktober 1910.

Herrn Prof. Dr. A. Gockel,

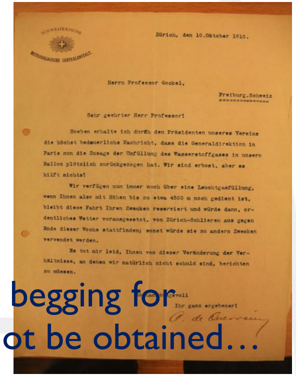
Freiburg. Schweiz.

Sehr geehrter Herr Professor!

Zur Bestätigung und Erläuterung unseres Telegramms von heute Morgen gestatte ich mir Ihnen folgendes mitzuteilen:

Herrn Direktor Maurer und mir ist zum Dank für unsere Tätigkeit beim Gordon-Bennett-Wettfliegen vom Aeroklub Füllung und Ausrüstung für eine wissenschaftliche Ballonfahrt zur Verfügung gestellt worden, welche im Laufe dieses Herbstes stattfinden sollte. Soeben vernehmen wir, dass uns die Luftschiffgesellschaft Luzern die Wasserstoffüllung ihres demnächst zu entleerenden Luftschiffes zu einem reduzierten Preis zur Füllung des Gotthard abgeben will. Der Aeroklub hat diese plötzlich eintretende Gelegenheit für eine wissenschaftliche Fahrt, die dann bis gegen 7000 m reichen könnte, ins Auge gefasst. Die Umfüllung findet nächsten Dienstag statt, der Ballon kann vom Mittwoch bis zum Sonntag gefüllt in der Luzerner Halle stehen bleiben.

Ich würde den Ballon führen,;es ist zunächst nur ein [illegible] Aussicht [illegible], und der würden [illegible] in [illegible] Ballonmessungen, ein Programm haben, welches [illegible] Platzes für diesen Zweck rechtfertigt und wenn Sie Lust haben. Zu Ihren Lasten [illegible] ausschliesslich die Reise nach Luzern und



Schweizerische Meteorologische Centralanstalt

Zürich, den 10.Oktober 1910.

Herrn Professor Gockel,

Freiburg.Schweiz

Sehr geehrter Herr Professor!

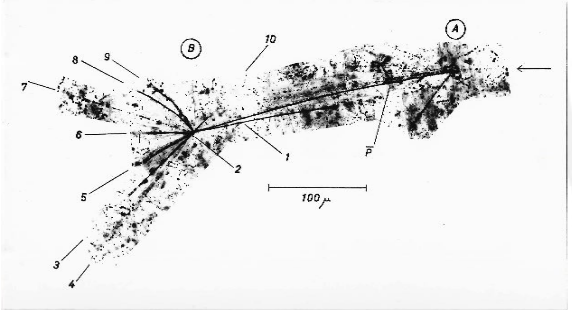
Soeben erhalte ich durch den Präsidenten unseres Vereins die höchst bedauerliche Nachricht, dass die Generaldirektion in Paris nun die Zusage der Umfüllung des Wasserstoffgases in unsern Ballon plötzlich zurückgezogen hat. Wir sind erbost, aber es hilft nichts!

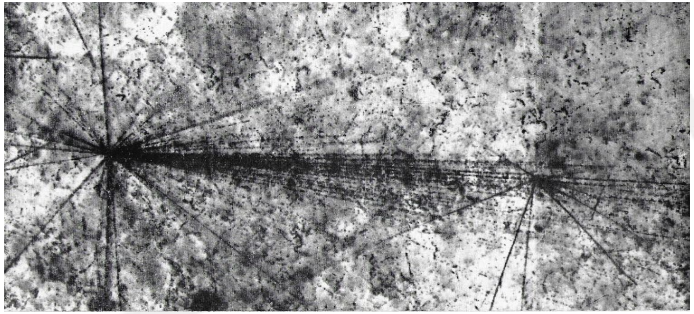
Wir verfügen nun immer noch über eine Leuchtgasfüllung, wenn Ihnen also mit Höhen bis zu etwa 4500 m noch gedient ist, bleibt diese Fahrt Ihren Zwecken reserviert und würde dann, ordentliches Wetter vorausgesetzt, von Zürich-Schlieren aus gegen Ende dieser Woche stattfinden; sonst würde sie zu andern Zwecken verwendet werden.

Es tut mir leid, Ihnen von dieser Veränderung der Verhältnisse, an denen wir natürlich nicht schuld sind, berichten zu müssen.

[illegible]voll
Ihr ganz ergebener!
A. de Quervain

Letters between Gockel and de Quervain begging for hydrogen gas to fly higher. The gas could not be obtained…

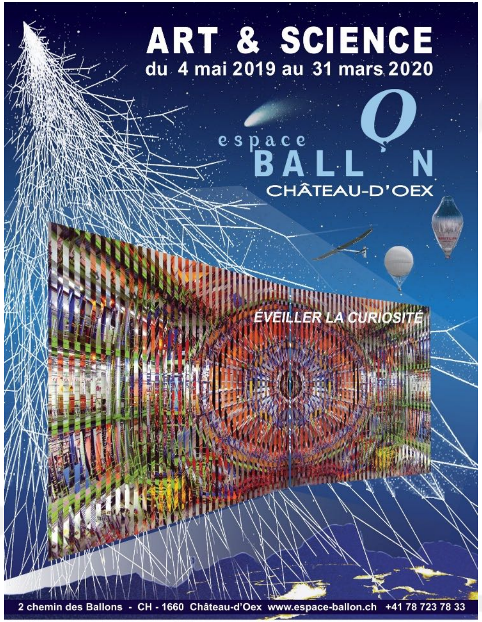




Emulsion plates from mid 1950's taken at Jungfraujoch

Putting it all together

Cross disciplinary exhibition on Cosmic Ray Discovery with Balloons, lectures , Junior Scientist booklet, various science & creative lecture and workshops during Balloon Festival January 25th – February 1st 2020



COMMUNE DE CHÂTEAU-D'ŒX
PAYS D'ENHAUT
BREITLING
CHALETBAU MATTI

“Art&Science”

Through the opening of the exhibition:

Guided tours
lectures
Junior Scientist booklet
https://www.espace-ballon.ch/copie-de-exposition-temporaire

A narrative story with a local touch

What are Cosmic Rays
Was ist Kosmische Strahlung
Que sont les Rayons Cosmiques

Aurora Borealis at the Iceland

Kosmische Strahlen sind Protonen, Elektronen, ganze Atomkerne, sowie weitere Teilchen wie Photonen und Neutrinos, die ständig und aus allen Richtungen mit hoher Geschwindigkeit auf die äussere Atmosphäre der Erde treffen. Diese Teilchen stammen von der Sonne, der Milchstrasse, und von fernen Galaxien. Pro Quadratmeter und pro Sekunde treffen etwa 1000 Teilchen auf die Erde. Teilchen die der Sonne entstammen haben dabei relative bescheidene Energien, während Teilchen aus fernen Galaxien äusserst hohe Energien erreichen können, wobei die ganz hohen Energien nur selten vorkommen. Die meisten Teilchen haben deutlich tiefere Energien und werden durch das Erdmagnetfeld abgelenkt, wodurch sie die Erdatmosphäre nicht erreichen. An den magnetischen Polen können auch Teilchen mit niederigen Energien die Erdatmosphäre erreichen, was zu der Erscheinung von Polarlichtern führt, die Aurora Borealis. Hochenergetische Teilchen aus der kosmischen Strahlung prallen mit Atomkernen von Gasmolekülen in der Erdatmosphäre zusammen. In diesen Kollisionen entsteht ein Schauer neuer Teilchen, die alle in Richtung Erdoberfläche fliegen. Die meisten werden in der höheren Atmosphäre absorbiert, einige erreichen die Erdoberfläche. In grossen Höhen können mehr dieser Teilchen gemessen werden und deshalb wurden Messinstrumente in Ballonen, in Flugzeugen und auf Hochgebirgsforschungsstationen wie z.B. dem Jungfraujoch installiert.

Cosmic rays are protons, electrons, whole atomic nuclei, as well as other particles such as photons and neutrinos, which constantly and from all directions hit the outer atmosphere of the earth at high speed. These particles come from the sun, the milky way, and distant galaxies. About 1000 particles hit the earth per square meter and per second. Particles that originate from the sun have relatively modest energies, while particles from from distant galaxies can reach extremely high energies, although very high energies are also rare. Most particles have much lower energies and are deflected by the earth's magnetic field and do not reach the earth's atmosphere. Low energetic particles, however, do reach the earth's atmosphere at the magnetic poles, which leads to the appearance of the Aurora Borealis. High-energy particles from cosmic rays collide with atomic nuclei of gas molecules in the earth's atmosphere. These collisions create a shower of new particles, all flying towards the earth's surface. Most are absorbed in the higher atmosphere, some reach the earth's surface. At high altitudes more of these particles can be measured and therefore measuring instruments have been installed in balloons, airplanes and high mountain research stations such as the Jungfraujoch.

Les rayons cosmiques sont des protons, des électrons, des noyaux atomiques entiers, ainsi que d'autres particules comme les photons et les neutrinos. Ils frappent constamment et de toutes directions l'atmosphère de la terre à grande énergies. Ces particules proviennent du soleil, de la voie lactée et des galaxies lointaines. Environ 1000 particules frappent la terre par mètre carré et par seconde. Les particules qui proviennent du soleil ont des énergies relativement modestes, tandis que les particules provenant des galaxies lointaines peuvent atteindre des énergies extrêmement élevées, bien que les énergies très élevées soient aussi beaucoup plus rares. La plupart des particules ont des énergies relativement faibles et celles sont déviées par le champ magnétique terrestre et n'atteignent pas l'atmosphère terrestre. Cependant, les particules à faible énergie atteignent l'atmosphère terrestre aux pôles magnétiques, ce qui entraîne l'apparition des aurores boréales. Les particules à haute énergie des rayons cosmiques entrent en collision avec les noyaux atomiques des molécules de gaz dans l'atmosphère terrestre. Ces collisions créent une pluie de nouvelles particules, toutes se dirigeant vers la surface de la terre. La plupart sont absorbés dans la haute atmosphère, mais certains atteignent la surface de la terre. En haute altitude, une plus grande quantité de ces particules peut être mesurée et des instruments de mesure ont donc été installés dans des ballons, des avions et des stations de recherche de haute montagne comme le Jungfraujoch.

Discoveries with Cosmic Rays
Entdeckungen mit Kosmischer Strahlung
Découvertes avec des Rayons Cosmiques

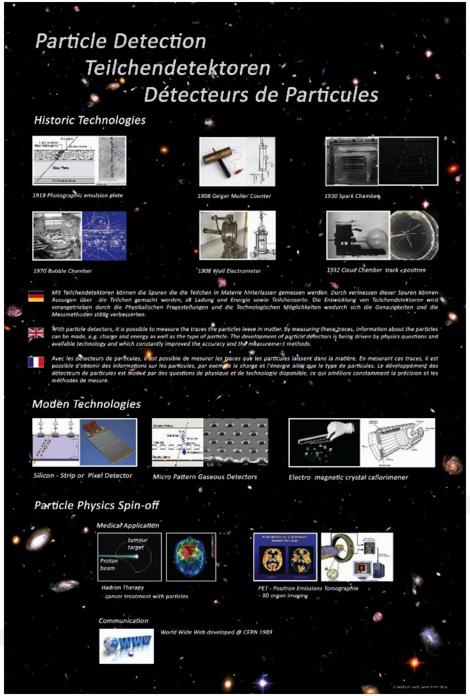
Im Teilchenschauer, der bei einer Kollision eines hochenergetischen Teilchens der kosmischen Strahlung mit einem Atomkern eines atmosphärischen Gasmoleküls entsteht, ist eine grosse Vielfalt von Elementarteilchen und Kernfragmenten enthalten. Diese Teilchen und Kernfragmente bewegen sich mit fast Lichtgeschwindigkeit auf die Erdoberfläche zu. Viele dieser Teilchen haben eine kurze Lebensdauer und zerfallen in leichtere, neue Teilchen. Beim Durchdringen der Atmosphäre werden sie gebremst und meist erreichen sie die Erdoberfläche nicht. Einige, vor allem Myonen, erreichen die Erdoberfläche allerdings schon. Wenn Myonen genügend hohe Energie haben, fliegen sie durch Gebäude hindurch und dringen tief in den Boden hinein, bis sie schliesslich stoppen und zerfallen. Teilchen, die in solchen Teilchenschauern entdeckt wurden: 1932 Carl D. Anderson entdeckt das erste Anti-Materie-Teilchen "das Positron", das ist das Anti-Elektron. 1936 Carl D. Anderson & Seth Neddermeyer entdecken ein neues schweres elektronenähnliches Teilchens - das sogenannte Myon. Das Myon ist etwa 200 mal massiver als ein Elektron. Diese Entdeckung war eine grosse Überraschung, wie Nobelpreisträger Isidor Rabi sich äusserte: "Wer hat denn das bestellt?"
1946 entdeckte Donald Perkins das Pion in einer Emulsionsplatte, die er mit einem Flugzeug der Royal Air Force auf 9.100m Höhe brachte. Das Pion ist etwas schwerer als das Myon, ähnelt aber eher einem Proton. Weitere Teilchen wurden in Teilchenschauern der kosmischen Strahlung entdeckt, ab den 1950er Jahren ging die Entdeckung von neuen Teilchen mit Hilfe von Teilchenbeschleunigern weiter.

A particle shower, which occurs when a high-energy particle of cosmic rays collides with an atomic nucleus of an atmospheric gas molecule, contains a large variety of elementary particles and also nuclear fragments. These particles and nuclear fragments move towards the earth's surface at almost the speed of light. Many of these particles have a short lifetime and disintegrate into lighter, new particles. They gradually lose their energy while they penetrate the atmosphere and usually do not reach the earth's surface. Some, especially muons, however do reach the Earth's surface. If they have high enough energy, muons traverse through buildings and penetrate deep into the ground until they finally stop and decay.
Particles discovered in particle showers: 1932 Carl D. Anderson discovers the first anti-matter particle "the positron", which is the anti-electron. 1936 Carl D. Anderson & Seth Neddermeyer discover a new heavy electron-like particle - the so-called muon. The muon is about 200 times more massive than an electron. This discovery was a big surprise, Nobel Prize winner Isidor Rabi said: "Who ordered this? 1946 Donald Perkins discovers the pion in emulsion plates on-board of a Royal Air Force aircraft at 9,100 m altitude. The pion is a little heavier than the muon, but resembles more like a proton. Other particles were discovered in particle showers of cosmic rays, and from the 1950s onwards the discovery of new particles continued with the help of particle accelerators

La pluie de particules, qui se produit lorsqu'une particule du cosmos à haute énergie entre en collision avec un noyau atomique d'une molécule de gaz atmosphérique, contient une grande variété de particules élémentaires et aussi de fragments nucléaires. Ces particules et fragments nucléaires continuent leurs trajectoires, presque à la vitesse de la lumière, en direction de la terre. Un bon nombre de ces particules ont une courte durée de vie et se désintègrent en particules plus légères. Ces particules perdent graduellement leurs énergies lorsqu'elles pénètrent dans l'atmosphère et elles n'atteignent généralement pas la surface. Certaines, en particulier les muons, atteignent quand-même la surface. Si ces muons ont assez d'énergie, ils volent à travers les bâtiments et pénètrent profondément dans le sol jusqu'à ce qu'ils s'arrêtent et se désintègrent.
Particules découvertes dans des pluies engendrées par les rayons cosmiques: 1932 Carl D. Anderson découvre la première particule d'antimatière "le positron", qui est l'antiélectron. 1936 Carl D. Anderson et Seth Neddermeyer découvrent une nouvelle particule semblable à un électron, mais qui est très lourd - le muon. Le muon est environ 200 fois plus massif qu'un électron. Cette découverte a été une grande surprise, comme a déclaré le prix Nobel Isidor Rabi : "Qui a commandé cela ?» 1946 Donald Perkins découvre le pion dans des émulsions à bord d'un avion de la Royal Air Force à 9 100 m d'altitude. Le Pion est un peu plus lourd que le muon, mais est plus semblable à un proton. Plusieurs autres particules ont été découvertes dans les pluies engendrées par des rayons cosmiques. Mais à partir des années 1950, la découverte de nouvelles particules a continué à l'aide d'accélérateurs de particules.

1946 Donald Perkins - Discovery of the Pion, with a photo emulsion plate on board an RAF plane

Carl D. Anderson discovery Positron 1932



Particle Detection
Teilchendetektoren
Détecteurs de Particules

Historic Technologies

1919 Photographic emulsion plate

1908 Geiger Muller Counter

1930 Spark Chamber

1970 Bubble Chamber

1908 Wulf Electrometer

1932 Cloud Chamber track - positron

Mit Teilchendetektoren können die Spuren die die Teilchen in Materie hinterlassen gemessen werden. Durch vermessen dieser Spuren können Aussagen über die Teilchen gemacht werden, zB Ladung und Energie sowie Teilchensorte. Die Entwicklung von Teilchendetektoren wird vorangetrieben durch die Physikalischen Fragestellungen und die Technologischen Möglichkeiten wodurch sich die Genauigkeiten und die Messmethoden stätig verbesserten.

With particle detectors, it is possible to measure the traces the particles leave in matter. By measuring these traces, information about the particles can be made, e.g. charge and energy as well as the type of particle. The development of particle detectors is being driven by physics questions and available technology and which constantly improved the accuracy and the measurement methods.

Avec les détecteurs de particules, il est possible de mesurer les traces que les particules laissent dans la matière. En mesurant ces traces, il est possible d'obtenir des informations sur les particules, par exemple la charge et l'énergie ainsi que le type de particules. Le développement des détecteurs de particules est motivé par des questions de physique et de technologie disponible, ce qui améliore constamment la précision et les méthodes de mesure.

Moden Technologies

Silicon - Strip or Pixel Detector

Micro Pattern Gaseous Detectors

Electro magnetic crystal callorimener

Particle Physics Spin-off

Medical Application

tumour target

Proton beam

Hadron Therapy
- cancer treatment with particles

PET - Positron Emissions Tomographie
- 3D organ imaging

Communication

World Wide Web developed @ CERN 1989

A narrative story with a local touch

Particle Accelerator
Teilchenbeschleuniger
Accélérateur de Particules

1930 first circular accelerator Cyclotron E.Lawrence & St.Livingston

1957 Synchro-Cyclotron CERN

1959 Proton-Synchrotron CERN

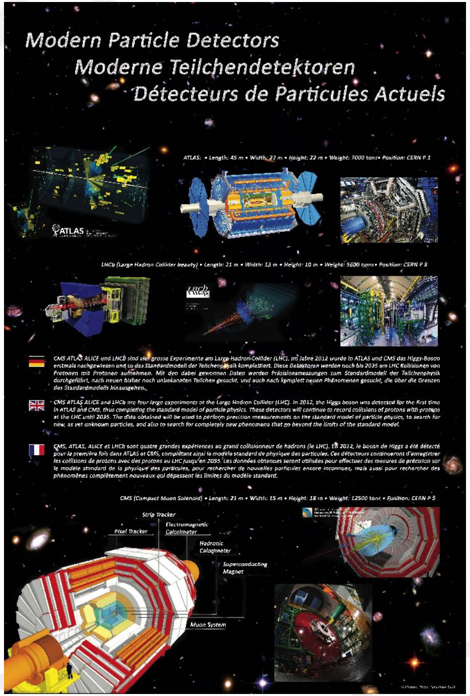
1974 PSI Paul Scherrer Institute Villigen AG

Teilchenbeschleuniger sind in der Lage geladene Teilchen (Elektronen, Positronen, Protonen, Antiprotonen, etc.) auf sehr hohe Energien zu beschleunigen. Anfänglich wurden so hochenergetische Teilchen auf ein Materietarget geschossen, wobei genau wie bei der kosmischen Strahlung ein Schauer neuer Teilchen entsteht. Dieser Schauer von Teilchen wurde mit verschiedenen Teilchendetektoren gemessen, die alle hinter dem Materietarget aufgestellt wurden. Sehr viel höhere Energien werden erreicht, wenn Teilchen gegenläufig im Uhr- und im Gegenuhrzeigersinn erst auf hohe Energien gebracht werden, um sie dann frontal kollidieren zu lassen. Die Teilchendetektoren müssen dabei genau um den Kollisionspunkt aufgebaut werden, um möglichst alle in der Kollision entstehende Teilchen, die in alle Richtungen wegfliegen, messen zu können. Die in der Bewegung der Teilchen gespeicherte Energie wird beim Zusammenstoss in Masse umgewandelt. Dabei entstehen auch neue Teilchen, die um ein Vielfaches mehr Masse besitzen als die ursprünglich beschleunigten Teilchen. Die Beobachtung und genaue Analyse dieser Prozesse ermöglichen die Natur der Elementarteilchen zu verstehen. Das gesamte Universum ist aus diesen Elementarteilchen aufgebaut. Wir können so viel über das Universum und dessen Entstehung in Erfahrung bringen.

Particle accelerators accelerate charged particles (electrons, positrons, protons, antiprotons, etc.) to very high energies. Initially, high-energy particles were fired at matter targets, and just like with cosmic rays, a shower of new particles is created. This shower of particles is then measured with various particle detectors that are placed behind the target. Much higher energies are reached, when particles are brought first to high energies in clockwise and counterclockwise directions, and then brought into collision. The particle detectors must be set up exactly around the collision point in order to be able to measure as many particles as possible that spray away from the collision point in all directions. The energy stored in the motion of the particles is converted into mass during the collision. This also produces new particles that can have much more mass than the originally accelerated particles. The observation and precise analysis of these processes enables us to understand the nature of elementary particles. The entire universe is made up of these elementary particles, and thus we learn much about the universe and its origin.

Les accélérateurs de particules sont capables d'accélérer des particules chargées (électrons, positrons, protons, antiprotons, etc.) à des énergies très élevées. Initialement ces particules de haute énergie ont ainsi été projetées sur une cible matérielle et, tout comme les rayons cosmiques, une pluie de nouvelles particules était créée. Cette pluie de particules a ensuite été mesurée à l'aide de divers détecteurs de particules installées derrière la cible. Des énergies beaucoup plus élevées peuvent être atteintes, si on fait entrer en collision frontale deux faisceaux de particules, un faisceau si dirigeant dans le sens des aiguilles d'une montre et l'autre dans le sens inverse. Les détecteurs de particules doivent être installés exactement autour du point de collision afin de pouvoir mesurer autant de particules que possible qui se dirigent dans toutes les directions provenant de ce point de collision. L'énergie cinétique stockée dans le mouvement des particules est convertie en matière lors de la collision. Cela produit également de nouvelles particules qui ont beaucoup plus de masse que les particules accélérées à l'origine. L'observation et l'analyse précise de ces processus nous permettent de comprendre la nature des particules élémentaires. L'univers entier est composé de ces particules élémentaires ce qui nous dont une compréhension profonde de l'univers et de son origine.

Inside LHC tunnel:



Modern Particle Detectors
Moderne Teilchendetektoren
Détecteurs de Particules Actuels

ATLAS: • Length: 45 m • Width: 22 m • Height: 22 m • Weight: 7000 tons• Position: CERN P 1

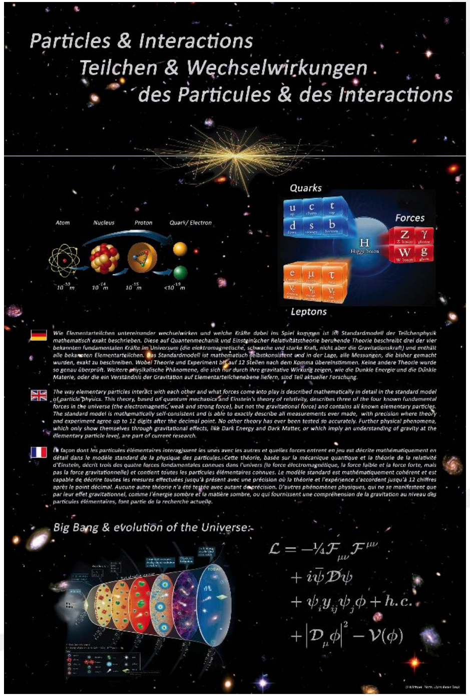
LHCb (Large Hadron Collider beauty) • Length: 21 m • Width: 13 m • Height: 10 m • Weight: 5600 tons• Position: CERN P 8

CMS ATLAS ALICE und LHCb sind vier grosse Experimente am Large Hadron Collider (LHC). Im Jahre 2012 wurde in ATLAS und CMS das Higgs-Boson erstmals nachgewiesen und so das Standardmodell der Teilchenphysik komplettiert. Diese Detektoren werden noch bis 2035 am LHC Kollisionen von Protonen mit Protonen aufnehmen. Mit den dabei gewonnen Daten werden Präzisionsmessungen zum Standardmodell der Teilchenphysik durchgeführt, nach neuen bisher noch unbekannten Teilchen gesucht, und auch nach komplett neuen Phänomenen gesucht, die über die Grenzen des Standardmodells hinausgehen.

CMS ATLAS ALICE and LHCb are four large experiments at the Large Hadron Collider (LHC). In 2012, the Higgs boson was detected for the first time in ATLAS and CMS, thus completing the standard model of particle physics. These detectors will continue to record collisions of protons with protons at the LHC until 2035. The data obtained will be used to perform precision measurements on the standard model of particle physics, to search for new, as yet unknown particles, and also to search for completely new phenomena that go beyond the limits of the standard model.

CMS, ATLAS, ALICE et LHCb sont quatre grandes expériences au grand collisionneur de hadrons (le LHC). En 2012, le boson de Higgs a été détecté pour la première fois dans ATLAS et CMS, complétant ainsi le modèle standard de physique des particules. Ces détecteurs continueront d'enregistrer les collisions de protons avec des protons au LHC jusqu'en 2035. Les données obtenues seront utilisées pour effectuer des mesures de précision sur le modèle standard de la physique des particules, pour rechercher de nouvelles particules encore inconnues, mais aussi pour rechercher des phénomènes complètement nouveaux qui dépassent les limites du modèle standard.

CMS (Compact Muon Solenoid) • Length: 21 m • Width: 15 m • Height: 18 m • Weight: 12500 tons • Position: CERN P 5



Particles & Interactions
Teilchen & Wechselwirkungen
des Particules & des Interactions

Wie Elementarteilchen untereinander wechselwirken und welche Kräfte dabei ins Spiel kommen ist im Standardmodell der Teilchenphysik mathematisch exakt beschrieben. Diese auf Quantenmechanik und Einstein'scher Relativitätstheorie beruhende Theorie beschreibt drei der vier bekannten fundamentalen Kräfte im Universum (die elektromagnetische, schwache und starke Kraft, nicht aber die Gravitationskraft) und enthält alle bekannten Elementarteilchen. Das Standardmodell ist mathematisch selbstkonsistent und in der Lage, alle Messungen, die bisher gemacht wurden, exakt zu beschreiben. Wobei Theorie und Experiment bis auf 12 Stellen nach dem Komma übereinstimmen. Keine andere Theorie wurde so genau überprüft. Weitere physikalische Phänomene, die sich nur durch ihre gravitative Wirkung zeigen, wie die Dunkle Energie und die Dunkle Materie, oder die ein Verständnis der Gravitation auf Elementarteilchenebene liefern, sind Teil aktueller Forschung.

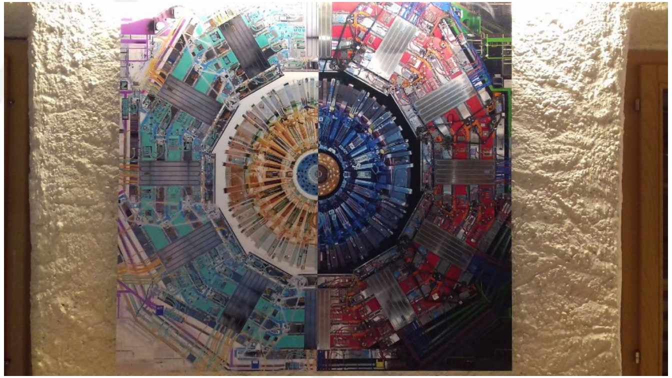
The way elementary particles interact with each other and what forces come into play is described mathematically in detail in the standard model of particle physics. This theory, based on quantum mechanics and Einstein's theory of relativity, describes three of the four known fundamental forces in the universe (the electromagnetic, weak and strong force), but not the gravitational force) and contains all known elementary particles. The standard model is mathematically self-consistent and is able to exactly describe all measurements ever made, with precision where theory and experiment agree up to 12 digits after the decimal point. No other theory has ever been tested so accurately. Further physical phenomena, which only show themselves through gravitational effects, like Dark Energy and Dark Matter, or which imply an understanding of gravity at the elementary particle level, are part of current research.

La façon dont les particules élémentaires interagissent les unes avec les autres et quelles forces entrent en jeu est décrite mathématiquement en détail dans le modèle standard de la physique des particules. Cette théorie, basée sur la mécanique quantique et la théorie de la relativité d'Einstein, décrit trois des quatre forces fondamentales connues dans l'univers (la force électromagnétique, la force faible et la force forte, mais pas la force gravitationnelle) et contient toutes les particules élémentaires connues. Le modèle standard est mathématiquement cohérent et est capable de décrire toutes les mesures effectuées jusqu'à présent avec une précision où la théorie et l'expérience s'accordent jusqu'à 12 chiffres après le point décimal. Aucune autre théorie n'a été testée avec autant de précision. D'autres phénomènes physiques, qui ne se manifestent que par leur effet gravitationnel, comme l'énergie sombre et la matière sombre, ou qui fournissent une compréhension de la gravitation au niveau des particules élémentaires, font partie de la recherche actuelle.

Big Bang & evolution of the Universe:

$$\mathcal{L} = -\tfrac{1}{4}\mathcal{F}_{\mu\nu}\mathcal{F}^{\mu\nu} + i\bar{\psi}\mathcal{D}\psi + \psi_i y_{ij}\psi_j\phi + h.c. + |\mathcal{D}_\mu\phi|^2 - \mathcal{V}(\phi)$$

Interleaving with art



Film by Uni Fribourg

Temporary exhibition

Multidisciplinary exhibition presenting selected works by CERN researcher Michael Hoch, as well as the foundations of particle physics explained and related by CERN researcher Hans Peter Beck, from the Universities of Bern and Fribourg.

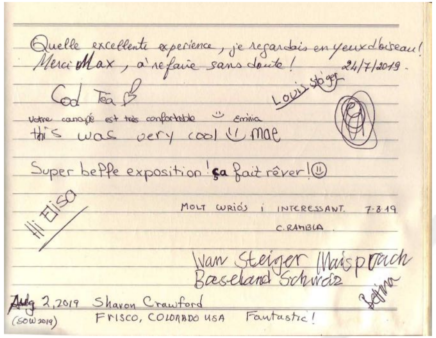
The exhibition provides a historical overview and adds a local touch on the discovering of cosmic rays, where the physicist Albert Gockel from Fribourg established first hints in the balloon flights he undertook over a century ago.

Experiments carried out at high altitudes, in balloons, airplanes and in high mountain stations, such as the Jungfraujoch and Gornergrat research stations, allowed researchers to detect radioactivity in the atmosphere and to conclude on the existence of cosmic radiation.

Contents of the exhibition :

- Michael Hoch 's works, artist and physicist
- Scientific informations on the subject of cosmic rays and particle physics
- A guide entitled ' Young Scientist Program ' for visitors and school groups
- Lectures for the public organized by researchers from CERN and participating universities
- Videos and books on the theme of the exhibition

Impact created — a significant increase of visitors



Quelle excellente experience, je regardais en yeux d'oiseau!
Merci Max, à refaire sans doute! 24/7/2019.

Cool Tea ♡

Louis Steiger

Votre canapé est très confortable ☺ Emilia

this was very cool ☺ mae

Super belle exposition! ça fait rêver! ☺

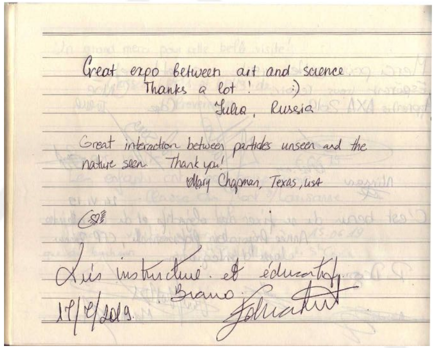
Hi Elisa

MOLT CURIÓS I INTERESSANT. 7-8-19
C. RAMBLA.

Ivan Steiger Maisprach
Baselland Schweiz

Bettina

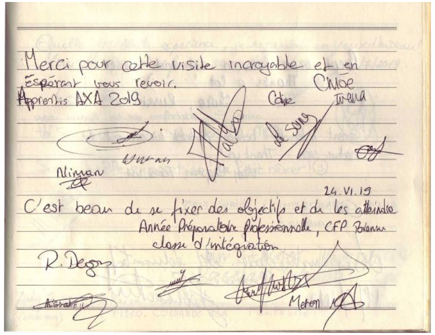
Aug 2, 2019 Sharon Crawford
(SOW 2019) FRISCO, COLORADO USA Fantastic!



Great expo between art and science
Thanks a lot! :)
Julia, Russia

Great interaction between particles unseen and the nature seen. Thank you!
Mary Chapman, Texas, USA

Très instructive et éducatif.
Bravo.
17/8/2019.



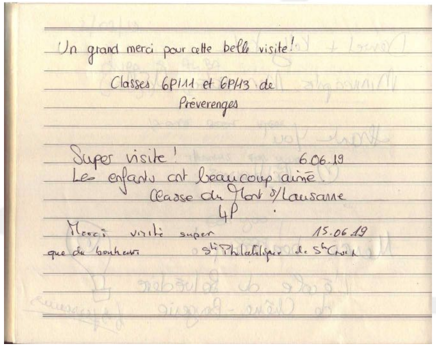
Merci pour cette visite incroyable et en espérant vous revoir.
Apprentis AXA 2019
Chloe
Célia
Iwana

Nirman

24.VI.19
C'est beau de se fixer des objectifs et de les atteindre
Année Préparatoire professionnelle, CFP Bienne
classe d'intégration

R. Degon

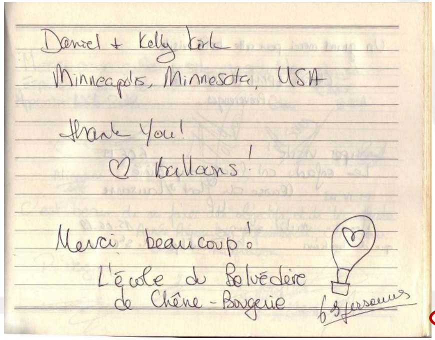
Meron



Un grand merci pour cette belle visite!
Classes 6P111 et 6P113 de
Préverenges

Super visite! 6.06.19
Les enfants ont beaucoup aimé.
Classe du Mont s/Lausanne
4P

Merci visite super 15.06.19
que du bonheur Sté Philatélique de Ste Croix



Daniel + Kelly Kirk
Minneapolis, Minnesota, USA

thank You!
♡ balloons!

Merci beaucoup!
L'école du Belvédère
de Chêne-Bougerie
63 personnes

ANNEE 2019

	GRATUIT	PAYANT	GROUPE		
MAI	277	39	28		
JUIN	141	64	62		
JUILLET	1078	107	249		
13...AOUT	109	146			
	1605	356	339	TOTAL	2300
ANNéE 2018					
MAI	43	50	116		
JUIN	57	66	88		
JUILLET	658	101			
13.... AOUT	89	70			
	843	287	304	TOTAL	1334

NOUS AVONS 1000 PERSONNES DE PLUS

2 - JEUDI 9 MAI 2019 JOURNAL DU PAYS-D'ENHAUT

Vernissage de l'exposition «Art & Science» à l'Espace Ballon

Vendredi 3 mai, la nouvelle exposition «Art & Science» a été inaugurée à l'Espace Ballon de Château-d'Œx, en présence des deux protagonistes, Michael Hoch et Hans Peter Beck, tous deux chercheurs au CERN.

C'est en découvrant que ses œuvres étaient le point de départ de réflexions et de discussions scientifiques poussées avec des personnes se disant ignorantes sur le sujet que Michael Hoch, artiste et physicien, a eu l'idée d'associer l'art et la science dans une même exposition. En effet, l'art permet à chacun de s'approprier des thèmes spécifiques et d'accéder à la culture au sens large. Il est pour lui essentiel que chacun puisse avoir une compréhension des phénomènes scientifiques qui se produisent autour de nous, à leur historique et aux possibilités futures qu'ils offrent pour notre société. Cette exposition permet de diversifier l'accès à la science, l'art étant une porte d'entrée parmi tant d'autres pour aborder les thèmes scientifiques, créant du lien entre les gens. L'objectif visé par cette association art-science est de mettre en valeur la créativité de chacun d'entre nous et d'inciter quiconque à oser établir une pensée scientifique et critique, en mettant en doute ce que l'on nous dit et en menant nos propres recherches.

C'est ainsi que Michael Hoch a développé un réseau de professionnels dans l'art, la science et l'éducation, qui a abouti entre autres à un projet éducatif nommé *Science&Art@School*, visant à susciter l'intérêt des jeunes pour la physique des particules et à cette exposition «Art et Science» qui a pris ses quartiers à l'Espace Ballon de Château-d'Œx.

Quel lien entre les ballons et la physique des particules?

Et bien, c'est lors d'un vol en ballon, en 1909, que le physicien fribourgeois Albert Gockel a découvert ce que l'on appellera plus tard les rayons cosmiques!

Si Michael Hoch prend en charge la partie artistique de l'exposition, c'est Hans Peter Beck, physicien, président de la Swiss Physical Society et chargé de cours aux Universités de Fribourg et de Berne, qui en assume l'aspect scientifique.

Ainsi, durant cette exposition, vous pourrez visualiser les rayons cosmiques grâce à la chambre à étincelles, vous informer sur ces rayons en lisant les panneaux explicatifs, découvrir les appareils utilisés à l'époque pour les mesurer et les comparer aux instruments modernes, constater les apports essentiels de cette grande découverte scientifique sur notre société, visionner des films sur le sujet et prendre connaissance des ouvrages sur les thèmes chers à ces deux grands physiciens, concurrents dans leur vie professionnelle mais amis dans la vie de tous les jours. Sans oublier l'exposition permanente dédiée aux ballons, complétant à merveille les informations sur le moyen de transport qui a permis la découverte des rayons cosmiques!

Partie officielle du vernissage

Lors de la présentation officielle de l'exposition, le représentant de la Fondation de l'Espace Ballon Jean-Claude Dubé a salué Charles-André Ramseier, qui est à l'origine de cette Fondation qui fête cette année ses 20 ans, et remercié les personnes présentes ainsi que les trois acteurs principaux, à savoir Michael Hoch, Hans Peter Beck et Jacqueline Trenta-Dubé, directrice de l'Espace Ballon, pour le travail fastidieux que représente la mise en place d'une telle exposition. Il a également remercié la Commune de Château-d'Œx et le Pays-d'Enhaut Région pour leur soutien, avant de présenter le détecteur CMS (Compact Muon Solenoid, en français le Solénoïde compact pour muons) qui est le sujet principal des œuvres présentées dans cette exposition.

Le CMS est l'un des quatre détecteurs principaux sur l'accélérateur de particules LHC de 27 kilomètres. Il fait partie des installations du CERN qui ont été réalisées pour explorer les secrets de l'univers et a contribué à la découverte du Boson de Higgs qui a valu un Prix Nobel au chercheur du même nom. M. Dubé a expliqué que sa construction s'est étalée sur plus de vingt ans, réunissant des scientifiques de tout âge et de toutes nationalités, «tous inspirés par la même curiosité, le même but et les mêmes enjeux technologiques.» Michael Hoch s'est attelé à représenter ce détecteur à différentes étapes de sa construction, «fusionnant beauté naturelle nous ramenant aux origines et technologie haute qui nous incite à la réflexion philosophique, au questionnement.» Son travail synthétise selon lui merveilleusement bien le dialogue interdisciplinaire, d'où le titre de cette exposition, «Art et Science». Le but recherché est d'«éveiller la curiosité et de poursuivre notre quête au travers de l'art, de la science et de l'éducation pour une conscience accrue de notre univers. Selon Michael, il n'est pas suffisant de capturer l'environnement, le monde, le microcosme qu'est le CERN, mais c'est au travers de sa vision artistique, un savant montage, qu'il transcende le sujet et le magnifie, nous laissant un message» à découvrir au fil de l'exposition.

Michael Hoch, quant à lui, remercie la directrice de l'Espace Ballon qui a découvert son œuvre et lui a proposé de réaliser une telle exposition. A travers ses œuvres, il a tenté de faire ressortir la beauté et l'esthétique des appareils scientifiques utilisés, dans le but de diffuser les connaissances actuelles à propos des rayons cosmiques pour la découverte desquels l'Autrichien Victor Hess a reçu, il y plus de cent ans, le Prix Nobel (Albert Gockel n'étant alors plus de ce monde). C'est en discutant avec son ami Hans Peter Beck qu'est née leur motivation de communiquer au sujet de cette grande découverte.

Malgré ses doutes de novice en matière d'exposition, Hans Peter Beck a dit avoir été convaincu par l'idée d'expliquer de façon compréhensible à tous qu'avec des ballons à gaz ou à air chaud, on a fait des découvertes fondamentales il y a plus d'une centaine d'années qui nous ont permis d'accéder à une compréhension du fonctionnement de la matière et de l'univers entier: qui sommes-nous? Où sommes-nous? Où allons-nous? Aujourd'hui encore, les rayons cosmiques sont utilisés pour approcher la compréhension de notre univers.

Et voici le programme!

L'exposition «Art & Science» est à visiter à l'Espace Ballon du 4 mai 2019 au 31 mars 2020 et est agrémentée d'activités diverses. Durant ces onze prochains mois en effet, des conférences sur le rayonnement cosmique et autres sujets touchant à la physique des particules seront proposées. Une chasse aux trésors sera également organisée pour faire découvrir l'exposition à la jeunesse et, pourquoi pas, susciter leur intérêt pour la science! Enfin, dans le cadre du Festival des Ballons qui se déroulera du 25 janvier au 2 février 2020, il sera même proposé de faire des vraies mesures sur des ballons à gaz! Une occasion unique pour venir découvrir et faire découvrir à vos enfants le monde merveilleux de la science…

RJ

LE CONSEIL COMMUNAL DE CHÂTEAU-D'ŒX

est convoqué en séance le **jeudi 16 mai 2019, à 20 h 30**, à l'Hôtel de Ville, salle du Conseil communal.

Ordre du jour:

1. Appel.
2. Assermentation de deux conseillers.
3. Correspondances du Bureau.
4. Communications du Bureau.
5. Communications de la Municipalité.
6. Approbation procès-verbal de la séance du 14 mars 2019.
7. Postulat de Raymond Vuadens et consorts au nom du groupe socialiste demandant une étude sur l'avancement de la réflexion au sujet d'une fusion des Communes du Pays-d'Enhaut.
8. Information sur le Pôle Santé du Pays-d'Enhaut.
9. **Préavis Nº 4** – Demande de crédit pour le remplacement de la balayeuse.
10. **Préavis No 5** – Demande de crédit pour la réfection totale de la toiture du dépôt communal des Vieux-Bains à L'Etivaz.
11. Propositions individuelles.

Public bienvenu dans les tribunes.

Bon anniversaire
à
Madame Yvonne Anderegg,
Rte de la Villa-d'Œx, 1660 Château-d'Œx,
pour ses 90 ans, le 10 mai 2019.

CHÂTEAU-D'ŒX – EGLISE ANGLAISE

Concert du Chœur de Poche

«Il est revenu, le temps du muguet», fleuri et parfumé à souhait. Avec lui, le joli mois de mai et son cortège d'abbayes. Entre neige et soleil, froid hivernal et douce chaleur, il nous laisse espérer, tandis que mésanges, pinsons, rouges-gorges et rouges-queues improvisent des symphonies de circonstance.

Pour le célébrer comme il se doit, pour votre plaisir et pour le nôtre aussi, nous vous avons préparé un concert d'airs choisis de notre répertoire. De Mozart à Haendel, en passant par l'abbé Bovet et l'abbé Kaelin, nous vous proposons une heure musicale aux couleurs de notre chœur:

Prenez des chanteurs et chanteuses du Saanenland, ajoutez-y une poignée de Damounais et une directrice bilingue, vous découvrirez un ensemble polyglotte, le *Chœur de Poche*, où l'on parle et l'on chante aussi bien en dialecte bernois ou en allemand, qu'en français ou en anglais.

Alors, pour commencer la semaine en douceur et se remplir d'énergie, sous l'experte baguette de Béatrice Villiger, nous vous attendons le lundi 13 mai, à 20h, à l'église anglaise, à Château-d'Œx.

Au plaisir de vous voir tout bientôt!

Le Chœur de Poche

Exposition de poyas aux Bossons

Vendredi dernier, il y a eu affluence à la galerie Espace Durable des Bossons, lors du vernissage d'une belle exposition intitulée «Poyas et Scènes alpestres» réunissant des œuvres de Willy Läng, Ariane Freudiger et Pénélope.

Au Pays-d'Enhaut, qui ne connaît pas Willy Läng? Etabli à Château-d'Œx depuis une quarantaine d'années, Willy est un peintre spécialisé dans les paysages, dans la fidèle représentation des fermes et chalets qui constituent le patrimoine bâti de nos vallées et surtout dans les poyas, scènes traditionnelles de la montée à l'alpage et de la désalpe. Peintes sur toile ou sur bois, les poyas représentent plus qu'un cortège, mais bien l'événement majeur des armaillis et des familles paysannes, entre printemps et automne. Le train de chalet, les vaches laitières, avec leurs sonnailles et toupins, les chaises à traire décorées de fleurs, les belles courroies de cloches, les génisses, les veaux, les chèvres, les moutons et les cochons, c'est toute la transhumance des troupeaux qui passent l'été sur les pâturages de montagne. Willy Läng est un amoureux du paysage, il admire beaucoup les peintres impressionnistes, mais il n'est pas, à proprement parler, un peintre animalier. Peindre quelques vaches, si vous voulez, mais pas trop. Alors, depuis plusieurs années, il travaille en collaboration avec Ariane Freudiger, spécialisée dans la peinture sur meubles et dans la restauration d'anciennes poyas. Ainsi, on peut découvrir dans cette exposition plusieurs œuvres qui leur sont communes: si l'orage monte dans l'Intyamon, Willy peint le paysage et Ariane peint les vaches.

Toute une partie de l'exposition est réservée aux poyas d'une artiste française, Pénélope, établie dans le Briançonnais, qui a découvert en Gruyère et au Pays-d'Enhaut les poyas et la route du fromage. Ses tableaux, peints à l'acrylique sur des panneaux de mélèze, de pin et d'arolle, avec des cadres teintés à la lasure, vernis et patinés à l'ancienne, constituent une autre façon de représenter les poyas, fidèle à la tradition mais traduisant aussi une grande originalité, comme une poya avec des ours, des loups et des moutons! Pénélope est connue dans tout le département des Hautes-Alpes et elle anime des ateliers d'artistes dans son village de Chantemerle, près de Serre-Chevalier. C'est la première fois qu'elle expose en Suisse et son œuvre mérite d'être connue à l'occasion de cette exposition.

Comme il y avait beaucoup de monde lors de ce vernissage, environ deux cents personnes, cela vaudra la peine de retourner à la galerie Espace Durable des Bossons, pour une vision d'ensemble de cette exposition, ouverte du lundi au samedi, de 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 18 h. Jusqu'au mardi 3 septembre.

M. Z.

42e Festival International de Ballons
25th January – 2nd February 2020

25th January Saturday Opening Day

- ☑ Historic Balloon flight up to 6000m altitude with real Cosmic Ray measurement – University Fribourg
- ☑ Lecture and Workshop program from 11h30 till 19h
- ☑ key note presentation during the opening

26th January Sunday

- ☑ Lecture and Workshop program from 11h30 till 19h

29th January Wednesday – Children Day

- ☑ Lecture and Workshop program from 11h30 till 19h

1th February Saturday

- ☑ Lecture and Workshop program from 11h30 till 19h

2nd February Sunday Closing Day

- ☑ Lecture and Workshop program from 11h30 till 19h

With help from CAEN and students from Fribourg

CAEN Electronic Instrumentation

2. General Description

The Cosmic Hunter - SP5620CH, as shown in **Fig. 2.1**; is composed of two Detection Units – SP5622 and one Coincidence Module - SP5621.

Fig. 2.1: Cosmic Hunter, the educational system to detect the cosmic rays.

The Detection Unit – SP5622, called “tile” in this draft, consists of a plastic scintillator (*15 x 15 x 1 cm²*) and of a small front-end electronic board. The following table describes the main features of the Polystyrene-based scintillator used in the system.

Scintillator type	UPS-923A
Density	1.06
Refractive index	1.60
Absorption coefficient [cm⁻³]	0.01-0.003
Softening [K]	355-360
Hygroscopic	no
Emission peak [nm]	425
Light Output [% of anthracene]	60
H/C ratio	1.0
Rise time [ns]	0.9
Decay time [ns]	3.3
Light attenuation length [cm]	400
Important Properties	• High light output • Good transparency • Short decay time

The light produced by the incident radiation is detected by a Silicon Photo-Multiplier (SiPM). The AdvanSiD NUV-SiPM (4 x 4 mm²) is mounted in the tile corner at 45° (see **Fig. 2.2**). The front-end electronics is directly glued to the scintillator. It is consisting of a transconductance amplifier and a fast discriminator.

Fig. 2.2: Coupling example between SiPM and Plastic Scintillator.

7 **UMXXXX – SP5620CH User Manual rev. 0**

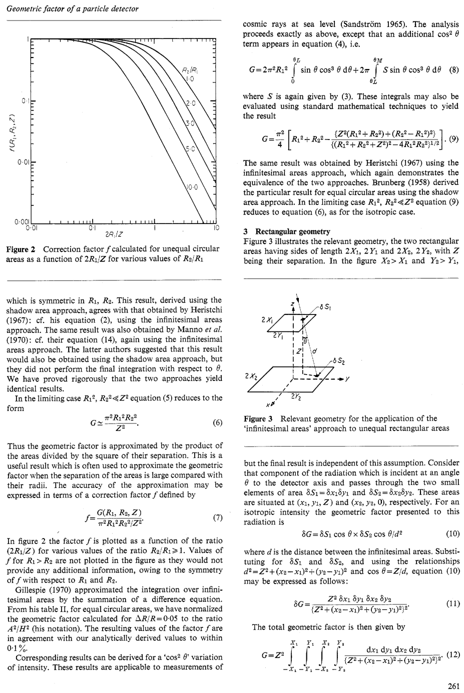
Analytical derivation of the geometric factor of a particle detector having circular or rectangular geometry

To cite this article: G R Thomas and D M Willis 1972 *J. Phys. E: Sci. Instrum.* **5** 260

Students from Uni Fribourg are estimating and then measuring the flux of cosmic muons through a telescope that will be set up with the CAEN Cosmic Hunter (adding spacers between tiles), in function of altitude under 90° and 45° up to 7000m.

Temperature will be stabilised in a thermobox, GPS data and air pressure will be constantly measured.

Data will be analysed and compared with their estimations.



Geometric factor of a particle detector

Figure 2 Correction factor f calculated for unequal circular areas as a function of $2R_1/Z$ for various values of R_2/R_1

which is symmetric in R_1, R_2. This result, derived using the shadow area approach, agrees with that obtained by Heristchi (1967): cf. his equation (2), using the infinitesimal areas approach. The same result was also obtained by Manno *et al.* (1970): cf. their equation (14), again using the infinitesimal areas approach. The latter authors suggested that this result would also be obtained using the shadow area approach, but they did not perform the final integration with respect to θ. We have proved rigorously that the two approaches yield identical results.

In the limiting case $R_1^2, R_2^2 \ll Z^2$ equation (5) reduces to the form

$$G \simeq \frac{\pi^2 R_1^2 R_2^2}{Z^2}. \qquad (6)$$

Thus the geometric factor is approximated by the product of the areas divided by the square of their separation. This is a useful result which is often used to approximate the geometric factor when the separation of the areas is large compared with their radii. The accuracy of the approximation may be expressed in terms of a correction factor f defined by

$$f = \frac{G(R_1, R_2, Z)}{\pi^2 R_1^2 R_2^2 / Z^2}. \qquad (7)$$

In figure 2 the factor f is plotted as a function of the ratio $(2R_1/Z)$ for various values of the ratio $R_2/R_1 \geqslant 1$. Values of f for $R_1 > R_2$ are not plotted in the figure as they would not provide any additional information, owing to the symmetry of f with respect to R_1 and R_2.

Gillespie (1970) approximated the integration over infinitesimal areas by the summation of a difference equation. From his table II, for equal circular areas, we have normalized the geometric factor calculated for $\Delta R/R = 0{\cdot}05$ to the ratio A^2/H^2 (his notation). The resulting values of the factor f are in agreement with our analytically derived values to within 0·1%.

Corresponding results can be derived for a ‘$\cos^2\theta$’ variation of intensity. These results are applicable to measurements of cosmic rays at sea level (Sandström 1965). The analysis proceeds exactly as above, except that an additional $\cos^2\theta$ term appears in equation (4), i.e.

$$G = 2\pi^2 R_1^2 \int_0^{\theta_L} \sin\theta \cos^3\theta \, d\theta + 2\pi \int_{\theta_L}^{\theta_M} S \sin\theta \cos^3\theta \, d\theta \qquad (8)$$

where S is again given by (3). These integrals may also be evaluated using standard mathematical techniques to yield the result

$$G = \frac{\pi^2}{4}\left[R_1^2 + R_2^2 - \frac{\{Z^2(R_1^2+R_2^2)+(R_2^2-R_1^2)^2\}}{\{(R_1^2+R_2^2+Z^2)^2 - 4R_1^2R_2^2\}^{1/2}}\right]. \qquad (9)$$

The same result was obtained by Heristchi (1967) using the infinitesimal areas approach, which again demonstrates the equivalence of the two approaches. Brunberg (1958) derived the particular result for equal circular areas using the shadow area approach. In the limiting case $R_1^2, R_2^2 \ll Z^2$ equation (9) reduces to equation (6), as for the isotropic case.

3 Rectangular geometry

Figure 3 illustrates the relevant geometry, the two rectangular areas having sides of length $2X_1$, $2Y_1$ and $2X_2$, $2Y_2$, with Z being their separation. In the figure $X_2 > X_1$ and $Y_2 > Y_1$, but the final result is independent of this assumption. Consider that component of the radiation which is incident at an angle θ to the detector axis and passes through the two small elements of area $\delta S_1 = \delta x_1 \delta y_1$ and $\delta S_2 = \delta x_2 \delta y_2$. These areas are situated at (x_1, y_1, Z) and $(x_2, y_2, 0)$, respectively. For an isotropic intensity the geometric factor presented to this radiation is

$$\delta G = \delta S_1 \cos\theta \times \delta S_2 \cos\theta / d^2 \qquad (10)$$

where d is the distance between the infinitesimal areas. Substituting for δS_1 and δS_2, and using the relationships $d^2 = Z^2 + (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$ and $\cos\theta = Z/d$, equation (10) may be expressed as follows:

$$\delta G = \frac{Z^2\,\delta x_1\,\delta y_1\,\delta x_2\,\delta y_2}{\{Z^2 + (x_2-x_1)^2 + (y_2-y_1)^2\}^2}. \qquad (11)$$

The total geometric factor is then given by

$$G = Z^2 \int_{-X_1}^{X_1} \int_{-Y_1}^{Y_1} \int_{-X_2}^{X_2} \int_{-Y_2}^{Y_2} \frac{dx_1\,dy_1\,dx_2\,dy_2}{\{Z^2 + (x_2-x_1)^2 + (y_2-y_1)^2\}^2}. \qquad (12)$$

Figure 3 Relevant geometry for the application of the ‘infinitesimal areas’ approach to unequal rectangular areas

261

Conclusion

- ☑ A museum that initially had nothing to do with science, particle physics, accelerators, CERN, the Universe, etc. was thinking about its next temporary exhibition - initially only Michael’s art was an attractor.

- ☑ A narrative with local relevance allowed to bring the visitor, who expected balloons, to get driven into particle physics and the modern understanding of the Universe in an easy to follow story starting with balloon flights in 1909.

- ☑ Adding works of art related to the science shown adds another level of how to emotionally involve visitors in the subject.

- ☑ Visitors were taken in unexpectedly and were immediately fascinated.
  The museum attracted many more visitors than in other years.

- ☑ The museum is planning to prolong this temporary exhibition by one more year till March 2021!

- ☑ Even in a geographically detached and rural location, particle physics enacts fascination !