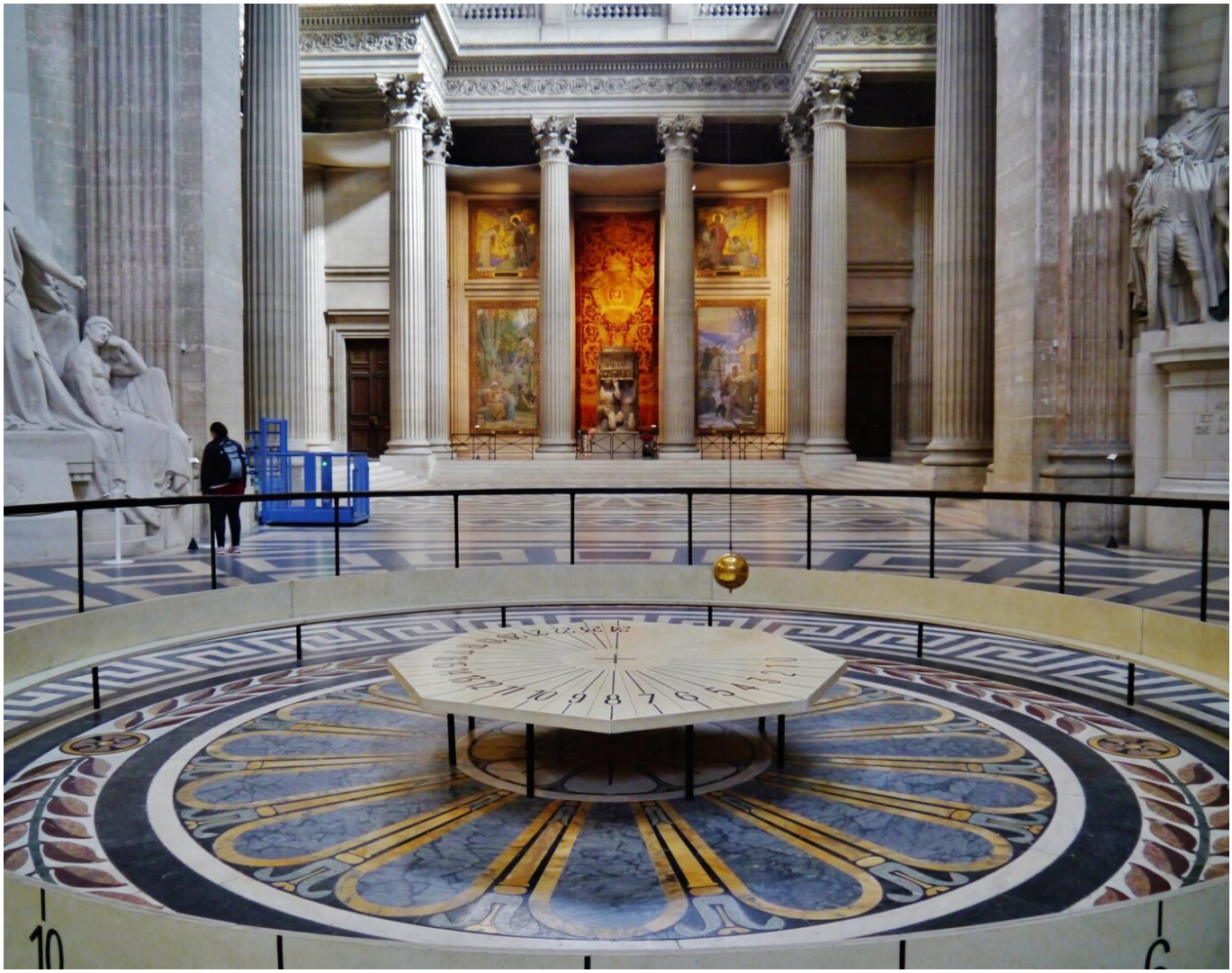
Vakantietips voor natuurkundeliefhebbers

Wie aan zomervakantie denkt, denkt waarschijnlijk aan zon, zee en strand, en niet per se aan natuurkunde. Toch zijn natuurkunde en vakantie uitstekend te combineren. Je hoeft hiervoor niet eens ver op reis, want ook in Europa vind je vele fascinerende natuurkundige vakantiebestemmingen. Van historische werkplekken en gerenommeerde onderzoeksinstituten tot inspirerende musea: ook als natuurkundeliefhebber kun je tijdens de vakantie je hart ophalen.

Het Panthéon (Parijs, Frankrijk)



Afbeelding 1. De slinger van Foucault in het Panthéon. Afbeelding: Zairon.

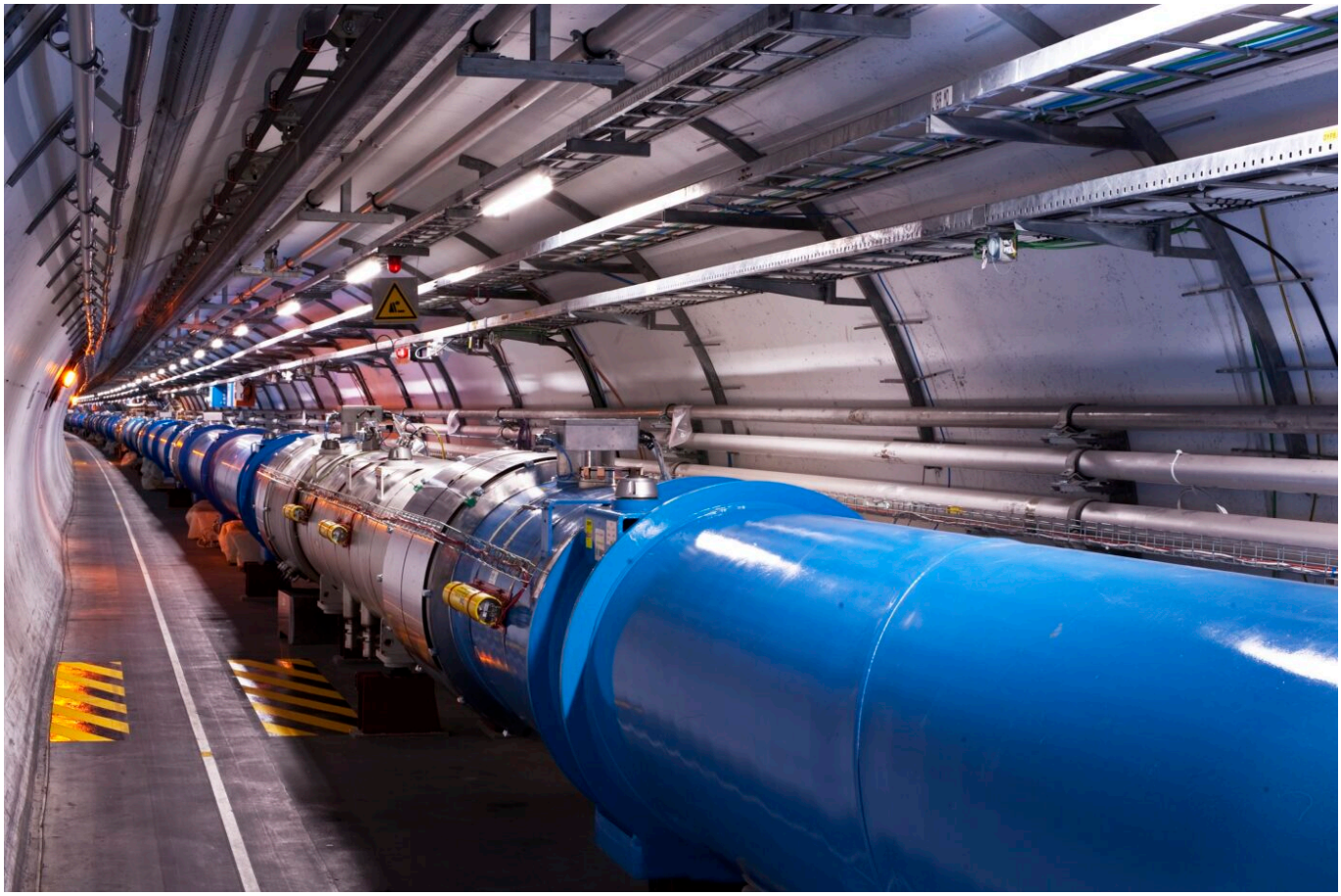
Parijs is deze zomer natuurlijk het decor van de Olympische Spelen, maar ook voor natuurkundigen is de Franse hoofdstad interessant. Bezoek bijvoorbeeld het Panthéon, waar de slinger van Foucault laat zien dat de aarde draait. Deze slinger, ontworpen door de Franse natuurkundige Léon Foucault, bestaat uit een 67 meter lang touw met daaraan een 28 kilogram zware bol. Zo'n lange en zware slinger is nodig om ervoor te zorgen dat de slinger lange tijd zelf kan bewegen, want als men de slinger handmatig of machinaal in beweging houdt, kan de beweging ongewild beïnvloed worden. De slinger wordt dus niet aangedreven, maar toch wijkt de richting waarin de slinger beweegt steeds verder af van zijn oorspronkelijke traject, doordat de aarde als het ware onder de slinger doordraait.

In 1851 voerde Foucault dit experiment voor het eerst uit met een slinger in de koepel van het Panthéon. Om de beweging van de slinger te kunnen waarnemen, bedekte hij de vloer van het Panthéon met een laagje zand. Bij elke oscillatie duwde de slinger wat zandkorrels

weg, waardoor al snel duidelijk te zien was dat het verticale vlak waarin de slinger bewoog inderdaad veranderde en de aarde dus draaide. De originele slinger is lange tijd tentoongesteld in het Musée des Arts et Métiers, maar is in 2010 helaas beschadigd geraakt. Nu slingert er zowel in dit museum als in het Panthéon een replica.

Als je dan toch al in het Panthéon bent, is het ook zeker de moeite waard om de crypte te bezoeken. Hier vind je de graftomben van veel belangrijke mensen uit de Franse geschiedenis, waaronder natuurkundigen Pierre en Marie Curie, Paul Langevin en Joseph-Louis Lagrange. Die laatste naam staat, net als die van Foucault, trouwens ook in gouden letters op de zijkant van de Eiffeltoren, samen met de namen van nog 70 andere onderzoekers, als waardering voor hun bijdragen aan de wetenschap.

CERN (Meyrin, Zwitserland)



Afbeelding 2. De Large Hadron Collider. Afbeelding: Maximilien Brice (CERN).

Een stukje zuidelijker, op ongeveer 20 minuten met de tram van het Zwitserse Genève, bevindt zich een van de bekendste natuurkundelocaties in de wereld: CERN, het Conseil

Européen pour la Recherche Nucléaire. Dit onderzoeksinstituut is vooral bekend vanwege de Large Hadron Collider (LHC), een ondergrondse cirkelvormige deeltjesversneller die maar liefst 27 kilometer lang is. Hier worden deeltjes versneld tot extreem hoge snelheden om ze vervolgens op elkaar te laten botsen. De eigenschappen van de brokstukken worden gemeten door gigantische detectoren, en de zo verkregen data worden geanalyseerd door een groot team van wetenschappers.

Het grootste succes van de LHC is waarschijnlijk wel de waarneming van het Higgsdeeltje, dat verantwoordelijk is voor de massa van alle andere deeltjes. Inmiddels is dit alweer twaalf jaar geleden, maar ook vandaag de dag wordt er nog volop spectaculair onderzoek gedaan bij CERN. Zo wordt er verder onderzoek naar het standaardmodel en naar eventuele nieuwe deeltjes gedaan in de LHC, wordt er onderzoek naar antimaterie gedaan met behulp van de Antiproton Decelerator en wordt er onderzoek naar kernfysica gedaan in de oudste faciliteit van CERN, ISOLDE.

Voor bezoekers zijn er verschillende tentoonstellingen in de Science Gateway en worden er rondleidingen georganiseerd. Omdat de deeltjesversneller nu aanstaat, kun je helaas niet kijken bij de ondergrondse apparatuur, maar ook boven de grond is er genoeg te zien!

Het Einsteinhaus (Bern, Zwitserland)

Afbeelding 3. Woonkamer van het Einsteinhaus in Bern. Afbeelding via Wikimedia Commons.

CERN is niet de enige locatie in Zwitserland die het hart van menig natuurkundige sneller doet kloppen. In het centrum van Bern vind je het appartement waar Albert Einstein woonde in zijn ‘wonderjaar’ 1905. In dat jaar publiceerde hij vier artikelen die een grote revolutie in de natuurkunde teweegbrachten.

In het eerste artikel gaf Einstein een verklaring voor het foto-elektrisch effect, waarbij elektronen vrij kunnen komen uit metalen wanneer ze voldoende energie uit licht opnemen. Einstein verklaarde dit door aan te nemen dat licht bestaat uit kleine pakketjes, ‘quanta’. In het tweede artikel ging hij in op de Brownse beweging, het fenomeen waarbij deeltjes in een gas of vloeistof op willekeurige manier bewegen. Dit artikel versterkte het idee dat atomen en moleculen, die die willekeur veroorzaken, bestaan – iets wat op dat moment nog niet algemeen geaccepteerd was.

Alsof dit nog niet genoeg was, introduceerde Einstein in datzelfde jaar ook zijn bekende speciale relativiteitstheorie. De theorie is gebaseerd op twee aannames, namelijk dat de lichtsnelheid gelijk is voor alle waarnemers die met constante snelheid bewegen, en dat de natuurkundewetten voor al deze waarnemers hetzelfde zijn. Het revolutionaire gevolg van deze aannames is dat ruimte en tijd waarnemerafhankelijke begrippen zijn (ze zijn 'relatief'), wat loodrecht op Newtons idee van absolute ruimte en tijd staat. Hoewel de speciale relativiteitstheorie oorspronkelijk bedoeld was om de geobserveerde constante lichtsnelheid te verklaren, leidde het model ook tot een ander groots resultaat, namelijk het idee dat energie en massa aan elkaar gerelateerd zijn. Dit idee was het onderwerp van het vierde artikel, waarvan het resultaat kan worden samengevat in de wereldberoemde formule $E = mc^2$.

Wie wil weten welke omgeving Einstein inspireerde tot deze grootse resultaten, kan de Kramgasse 49 in Bern bezoeken. In dit appartement zijn de leefomstandigheden van Einstein en zijn vrouw in het wonderjaar zo nauwkeurig mogelijk nagebootst. Daarnaast zijn er een tentoonstelling en een film te zien over het leven en het werk van Einstein.

Het Nobelprijsmuseum (Stockholm, Zweden)

Afbeelding 4. Het Nobelprijsmuseum in Stockholm. Foto door de auteur.

In 1921 ontving Albert Einstein de Nobelprijs voor zijn artikel over het foto-elektrisch effect. Het was de enige keer dat hij deze prestigieuze prijs won, al zijn veel natuurkundigen het erover eens dat ook de artikelen over de Brownse beweging en de speciale relativiteitstheorie een Nobelprijs waard zouden zijn. Wie er verder dan wél in de prijzen viel, kun je zien in het Nobelprijsmuseum in Stockholm. Dit museum geeft, door middel van korte films en interactieve displays, een kijkje in het leven en werk van Alfred Nobel, die de prijs in het leven riep, en van de Nobelprijswinnaars.

Een bijzonder aspect is dat Nobelprijswinnaars die het museum bezoeken, gevraagd wordt om hun handtekening te zetten op de onderkant van een van de stoelen in het museumcafé, Bistro Nobel. De stoelen zijn genummerd en de medewerkers hebben een lijst waarop staat welke winnaars op welke stoel hun handtekening hebben gezet. Met een beetje geluk kan je dus een kopje koffie drinken op dezelfde stoel als bijvoorbeeld Peter Higgs!

Het Museo Galileo (Florence, Italië)

Afbeelding 5. De grootste armillairsfeer ter wereld in het Galileomuseum. De ringen stellen de belangrijkste cirkels aan de hemel voor. Afbeelding: Museo Galileo.

Een ander museum dat zeker niet in dit rijtje mag ontbreken, is het Galileomuseum in Florence. Dit museum is gewijd aan de Italiaanse natuurkundige en astronoom Galileo Galilei. Met de pas uitgevonden telescoop – een Nederlandse uitvinding! – bestudeerde Galilei aan het begin van de 17e eeuw de sterrenhemel en deed zo vele indrukwekkende ontdekkingen. Zo ontdekte hij dat het oppervlak van de maan kraterachtig is en nam hij zwarte vlekken waar op de zon. Beide waarnemingen waren in strijd met de leer van Aristoteles, die stelt dat hemelobjecten volmaakt zijn, en zorgden dan ook voor veel kritiek vanuit de katholieke kerk.

Er volgden nog meer controversiële ontdekkingen. Zo observeerde Galilei de vier grootste manen van de planeet Jupiter, daarom ook wel de Galileïsche manen genoemd, en zag hij de schijngestalten van Venus. De waarnemingen bevestigden wat Galilei al lange tijd vermoedde: de aarde draait om de zon en niet andersom. Voor de kerk was dit de druppel

om Galilei te veroordelen voor ketterij en hem te verbieden om nog iets te publiceren over zijn ontdekkingen. Galilei weigerde en werd uiteindelijk veroordeeld tot huisarrest.

Ondanks alles hield Galilei vast aan zijn ideeën. Het Galileomuseum is opgericht om hem te eren en herbergt de grootste collectie van wetenschappelijke instrumenten ter wereld, waaronder de enige twee nog bestaande telescopen van Galilei en het glas van de telescoop waarmee hij de manen rondom Jupiter waarnam.

Woolsthorpe Manor (Woolsthorpe-by-Colsterworth, Engeland)

Afbeelding 6. Het familiehuis van Isaac Newton mét de beroemde appelboom.
Afbeelding via Wikimedia Commons.

De laatste ‘hotspot’ in dit rijtje ligt wat meer afgelegen op het Engelse platteland, maar als je toevallig in de buurt bent, is het familiehuis van Isaac Newton zeker een bezoekje waard. Toen de Universiteit van Cambridge in 1665 sloot vanwege de pest, keerde Newton naar dit huis terug en voerde hier zijn experimenten uit. Er is nu een wetenschapscentrum over het werk van Newton ingericht en er worden rondleidingen gegeven. Het bijzonderst is misschien toch wel de appelboom in de tuin. Het verhaal gaat dat een appel die uit deze boom viel

Newton inspireerde voor zijn theorie van zwaartekracht. De originele appelboom uit Newtons tijd werd in 1820 geveld door een zware storm, maar een aantal wortels overleefde de storm en groeide uit tot een nieuwe boom die er nu nog steeds staat.

We wensen alle QU-lezers een fijne vakantie toe! Je hoeft het ook in de zomermaanden natuurlijk niet zonder onze artikelen te stellen: in juli en augustus publiceren we één artikel per week, op vrijdag. In september gaan we dan weer terug naar het vertrouwde schema van twee artikelen per week, op dinsdag en vrijdag. Kom je op vakantie langs een van de plaatsen uit dit artikel, of ontdek je juist ándere leuke natuurkundige bezienswaardigheden, laat het dan vooral weten!