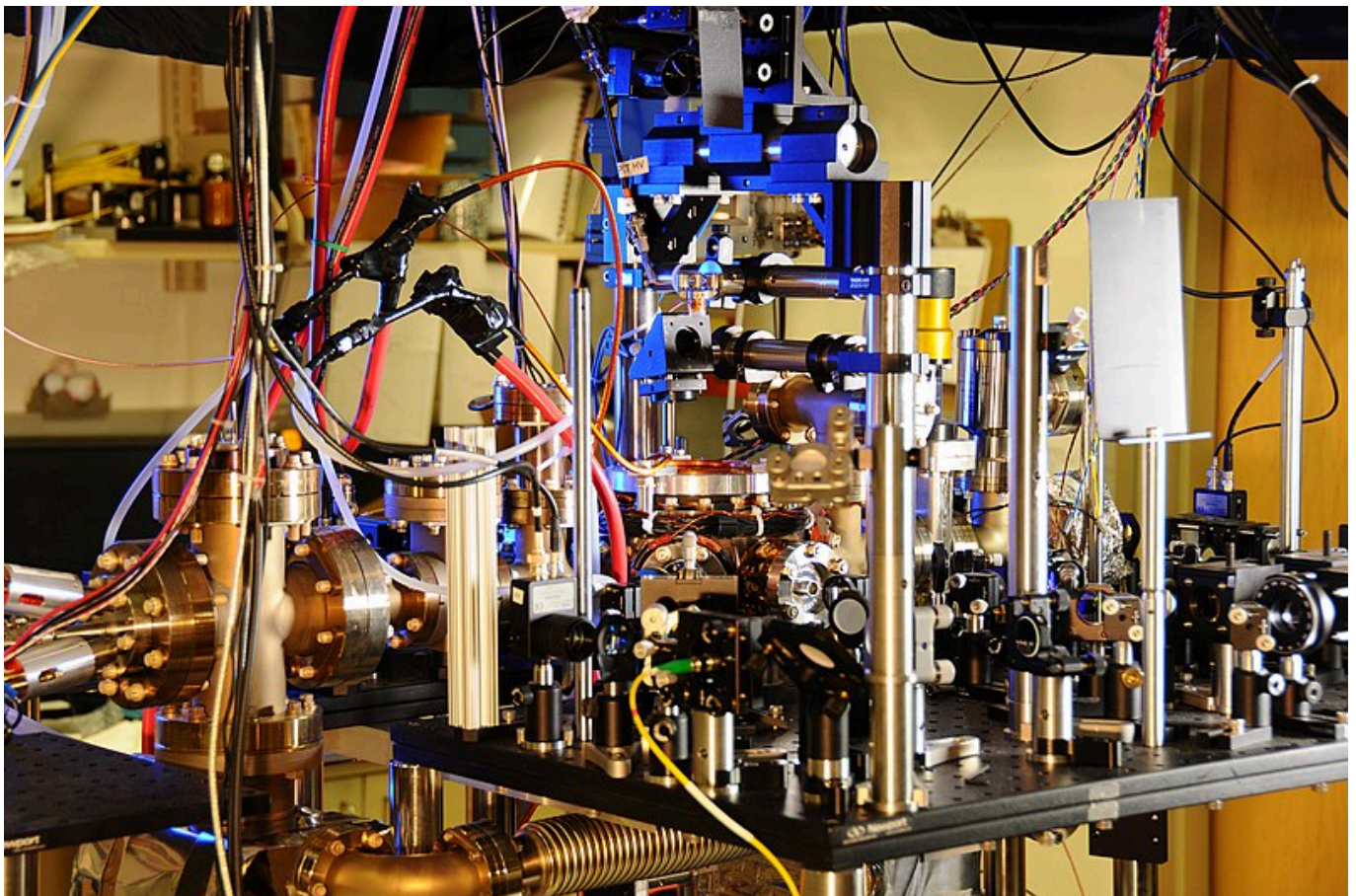


Hoe werkt een atoomklok?

De meest nauwkeurige klokken die we kennen zijn atoomklokken. Een spannend woord, maar wat is een atoomklok nu precies en hoe werkt zo'n klok? En waarom willen we tijd eigenlijk zo extreem nauwkeurig kunnen meten? Een nieuwe serie video's van het iqClock-consortium geeft antwoord op alle vragen over atoomklokken.



Afbeelding 1. Een atoomklok. Atoomklokken vullen vaak een heel laboratorium, en hebben diverse natuurkundigen en technici nodig om ze draaiend te houden. Afbeelding: [Ytterbium Lattice Atomic Clock](#), US National Institute of Standards and Technology.

Om tijd te kunnen meten gebruiken we een willekeurig periodiek verschijnsel. Het bekendste voorbeeld is een slinger – denk aan de ouderwetse Friese staartklok – maar zo'n slinger is niet extreem nauwkeurig: luchtstroming, temperatuurverschillen en zelfs kleine stofjes op

een slinger zorgen ervoor dat niet elke tik van een slingerklok *precies* even lang is.

Een veel betere 'slinger' is een atoom. Atomen van dezelfde soort zenden licht uit dat steeds precies dezelfde golflengte, en daarmee precies dezelfde frequentie heeft. Hoe vaak een lichtgolf uit, laten we zeggen, een cesiumatoom trilt, geeft ons een extreem nauwkeurige maat voor hoeveel tijd er verstreken is.

Het idee voor het maken van een heel nauwkeurige klok is dus simpel: neem een bepaald soort atoom, meet de frequentie van het licht dat dat atoom uitzendt, en gebruik die frequentie om de klok te laten tikken. In de praktijk is alles natuurlijk nog niet zo eenvoudig, want hoe meet je die frequentie? En hoe breng je die over op iets waarmee je tijd kunt bepalen?

Natuurkundigen en technici zijn al ruim een halve eeuw goed in staat om de technische problemen te overwinnen en goed werkende atoomklokken te maken. Eén probleem blijft bestaan: de meest nauwkeurige atoomklokken hang je niet aan de muur in je huis; zulke klokken vullen hele laboratoriumzalen en hebben diverse natuurkundigen en technici nodig om ze in bedrijf te houden. Dat is jammer, want ook buiten de laboratoria - in GPS-satellieten, voor netwerksynchronisatie, en zelfs voor nauwkeurige zwaartekrachtmetingen aan ondergrondse vulkanische verschijnselen - zouden we graag de best mogelijke klokken willen gebruiken.



Afbeelding 2. Het iqClock-consortium. Zes universiteiten en zes bedrijven richtten samen het iqClock-consortium voor atoomklokken op.

In 2018 werd, met specifiek het bovenstaande probleem in gedachten, het [iqClock-consortium](#) opgericht. Als onderdeel van het [Quantum Flagship-programma](#) van de EU kwamen zes universiteiten en zes bedrijven samen in een consortium dat twee doelen had: het ontwikkelen van nieuwe, nauwkeurige atoomklokken, maar vooral ook: het compacter en robuuster maken van zulke klokken, zodat ze ook ‘in het veld’ te gebruiken zijn. Daar komt veel interessante natuurkunde bij kijken: in *optische* atoomklokken worden bijvoorbeeld heel speciale atomen gebruikt die licht van een zo kort mogelijke golflengte (en dus zo hoog mogelijke frequentie) uitzenden, en in *superradiante* klokken wordt op een ingenieuze manier de laser waarmee de tijd ‘afgelezen’ wordt geïntegreerd met de atomen die het licht uitzenden – waarmee een systeem ontstaat dat niet alleen compacter is, maar ook veel minder gevoelig voor trillingen en andere verstoringen.

Om een goede indruk te geven van de natuurkunde die bij de bouw van atoomklokken komt kijken maakte het consortium een serie van zes korte ‘edutainment video’s’, waarin steeds in een paar minuten één aspect van atoomklokken wordt toegelicht. Ook zaken als de geschiedenis van de (atoom)klok, en de vraag waaróm we eigenlijk zo nauwkeurig de tijd willen meten, komen ter sprake.

Aflevering 1 van de serie, over de vraag 'wat is tijd eigenlijk, en hoe meten we tijd?' verscheen gisteren, op 2 september. De komende weken verschijnt er elke tweede donderdag een nieuwe aflevering, dus houd het [YouTubekanaal van iqClock](#) vooral in de gaten (of abonneer je) voor het vervolg! Aflevering 1 kun je ook hieronder bekijken: