

THE KAVLI PRIZE

EMBARGO: MAY 27, 2020 AT 15:15 UTC +1 (Norwegian time)

Kavliho ceny za výzkum v observační rentgenové astronomii, vynález čoček s korekcí aberace v elektronové mikroskopii a objev senzorických receptorů teploty a tlaku

Za přelomové objevy v astrofyzice, nanovědě a neurovědě bylo oceněno sedm vědců z pěti zemí

27. května 2020 (OSLO) — Norská akademie věd dnes jmenovala laureáty Kavliho ceny pro rok 2020 v oblasti astrofyziky, nanovědy a neurovědy. Letošní Kavliho cenu obdrželi vědci, jejichž práce změnila naše vnímání obrovských, velmi malých a velmi komplexních věcí. Laureáti v každé oblasti si rozdělí 1 milion USD.

Laureáty letošních Kavliho cen jsou:

- **Kavliho cena za astrofyziku:** Andrew Fabian (Velká Británie)
- **Kavliho cena za nanovědu:** Harald Rose (Německo), Maximilian Haider (Rakousko), Knut Urban (Německo) a Ondřej L. Křivánek (Česká republika a Velká Británie)
- **Kavliho cena za neurovědu:** David Julius (USA) a Ardem Patapoutian (USA)

„Kavliho cenu za rok 2020 obdrželi vědci, jejichž práce je opravdu průkopnická, přinese prospěch celému lidstvu a inspiruje současné i budoucí generace,“ uvedl Hans Petter Graver, prezident Norské akademie věd.

Laueráti Kavliho cen za rok 2020

Porozumění roli černých děr v galaktickém „ekosystému“

Kavliho cena za astrofyziku byla udělena astronomovi a astrofyzikovi **Andrew Fabianovi** za průkopnický výzkum a vytrvalost při odhalování, jakým způsobem černé díry ovlivňují okolní galaxie ve velkém i malém měřítku. Vědci zkoumali mechaniku a fyzické procesy galaxií již celá desetiletí a učinili řadu objevů týkajících se jejich vnitřního fungování. Dosud se však nikdo nepodíval na situaci tak jedinečným způsobem jako Fabian. Ten díky multi-měřítkovému přístupu systematicky zkoumal místa potřebná k objevování jednotlivých kousků skládačky a sestavení celkového obrazu obřího ekosystému.

Současné kosmologické paradigma považuje vesmír za „živoucí“ systém, ve kterém hraje důležitou roli proudění plynů do galaxií a černých děr v jejich středech a následné vypouštění energie zpět do prostoru. Černé díry jsou nejtemnější objekty v celém vesmíru. Pozorujeme

je díky tomu, že jejich gravitace obrovskou rychlostí přitahuje okolní plyn, prach a hvězdy. Při tomto procesu vzniká intenzivní radiace, jehož významnou část tvoří rentgenové záření. Observační rentgenová astronomie nám otevřela přístup ke sledování těchto i jiných extrémně horkých a energeticky nabitých částí vesmíru. Získali jsme díky ní ohromující poznatky o fungování těchto procesů a odhalili způsob, jakým hlavní součásti vesmíru výrazně ovlivňují jeho celkový vývoj.

Fabian, který je profesorem na University of Cambridge, využil rentgenovou astronomii ke zkoumání fyziky vesmíru. Jeho práce týkající se galaktické evoluce ve velkém měřítku i fyziky černých děr v centrech galaxií mu umožnila odhalit souvislosti mezi místními podmínkami kolem supermasivních černých děr a prouděním plynů v rámci galaxií a mezi nimi. Díky tomuto výzkumu máme důkazy, že obří černé díry v srdcích galaxií jsou motorem, který žene horké plyny ven z galaxií. Tím dochází k přerozdělování energie ve vesmíru a vzniku stavebních kamenů pro formování budoucích galaxií.

„Fabian patří mezi nejplodnější a nejvlivnější astronomy současnosti,“ uvedl Viggo Hansteen, předseda astrofyzikální komise pro udělení Kavliho cen. „Jeho výzkum, šíře znalostí a vhléd do problematiky vesmíru nám přinesly důležité poznatky o tom, jakým způsobem jsou propojeny nesourodé jevy vesmírného ekosystému.“

Další podrobnosti jsou k dispozici na [webových stránkách Kavliho cen](#).

Schopnost vidět dříve netušené

Kavliho cena v oblasti nanověd byla udělena čtyřem vědcům za jejich vynález čoček s korekcí aberací v elektronových mikroskopech, které umožnili vědcům na celém světě sledovat struktury a chemické složení materiálů ve třech rozměrech v bezprecedentně malých měřítkách: Harald Rose z Universität Ulm a Technical University of Darmstadt, Maximilian Haider z CEOS GmbH, Knut Urban z Forschungszentrum Jülich a Ondřej Křivánek z Nion Co.

Velkým cílem nanověd je vytvářet materiály a přístroje sestavené s přesností na atomy a tím dosahovat nových možností. Velikost atomu je přibližně jeden ångström (0,1 nanometru), a tak je zobrazování a analýza materiálů v měřítku menším než jeden ångström stěžejní pro odhalování tajemství nanosvěta. Rozlišení klasického mikroskopu je omezeno vlnovou délkou sondy, který se k zobrazování používá. Protože vlnová délka viditelného světla je asi 5000krát větší než atom, optické čočky nejsou schopné atomy zobrazit.

Na počátku dvacátého století začaly být k dispozici elektronové paprsky s vlnovou délkou mnohem menší nežli jeden atom, což vedlo k vynálezu transmisního elektronového mikroskopu v roce 1931. U tohoto typu mikroskopie se obraz vytváří na základě interakce elektronů s tenkým materiálem, kterým procházejí. Obraz se pak zvětší a zaostří na zobrazovací kameře. Výsledné obrazy ale byly zkreslené a rozmazané, protože výroba ideálních čoček pro zaostřování elektronových paprsků představovala velkou teoretickou i experimentální překážku. Tento problém přetrval více než 60 let, během kterých se teoretici i experimentátoři snažili najít řešení. Díky jejich poznatkům, dovednostem a navýšení výpočetního výkonu v 90. letech 20. století se těmto výzkumníkům podařilo zkonstruovat čočky s korigovanými aberacemi. Tyto čočky využívají k zaostřování elektronových paprsků

elektromagnetická pole a umožňují tak standardně pozorovat objekty v měřítku menším než jeden ångström (menší než jedna desetimiliardtina metru) a provádět chemickou analýzu ve třech rozměrech.

Kavliho cenu ve výši 1 milion dolarů si rozdělí:

- **Harald Rose** za návrh nové konstrukce čočky, Roseova korektoru, která umožnila zajistit korekci aberací v transmisní elektronové mikroskopii a využít ji v konvenčních i skenovacích transmisních elektronových mikroskopech.
- **Maximilian Haider** za realizaci prvního sextapólového korektoru založeného na Roseově designu a za svou roli při implementaci prvního konvenčního transmisního elektronového mikroskopu využívajícího korekci aberace.
- **Knut Urban** za svou roli na implementaci prvního konvenčního transmisního elektronového mikroskopu s korekcí aberace.
- **Ondřej Křivánek** za realizaci prvního skenovacího transmisního elektronového mikroskopu s korekcí aberací (typ transmisního elektronového mikroskopu, u kterého je elektronový paprsek zaostřen na malý bod) s rozlišením pod jeden ångström; dosaženo pomocí kvadrupólového-oktupólového korektoru.

„Jejich práce je krásným příkladem vědecké vynalézavosti, obětavosti a vytrvalosti. Díky nim může lidstvo nahlížet do míst, kam to dosud nebylo možné,“ uvedla Bodil Holst, předsedkyně komise pro udělení Kavliho cen v oblasti nanověd. „Nyní je ještě důležitější než jindy tyto vědce ocenit a sdělit světu, kdo jsou a jakým způsobem posunuli výzkum, vědu, průmysl i naše životy směrem vpřed.“

Další podrobnosti jsou k dispozici na [webových stránkách Kavliho cen](#).

Objev sensorických receptorů teploty a tlaku

Kavliho cenu v oblasti neurovědy obdrželi **David Julius** a **Ardem Patapoutian** za objev sensorických receptorů teploty a tlaku, které učinili nezávisle na sobě. Mechanismy čichu a zraku byly popsány již dávno, ale až dosud jsme na molekulární úrovni přesně nevěděli, jakým způsobem přesně dochází k převodu fyzikálních veličin teploty a tlaku na elektrické signály, se kterými si mozek dokáže poradit. V posledních dvou desetiletích Julius a Patapoutian nezávisle na sobě popisovali molekulární mechanismy, které jsou základem pro vnímání teploty, tlaku nebo bolesti. Jejich práce nám otevřela cestu k dalším objevům v oblasti fyziologie člověka a výzkumu nemocí.

David Julius je fyziologem a profesorem na University of California, San Francisco. Při svém výzkumu způsobu, jakým tělo detekuje vysoké a nízké teploty, elegantně využil existenci chemikálií, které umí napodobit různé teploty - například pálivé chilli papričky, které nám přináší pocit tepla a máta, která přináší pocit chladu. Julius se svým týmem využil kapsaicin, složku chilli papriček, která nám přináší pocit horka, k identifikaci genu starajícího se o zakódování prvního známého senzoru citlivého na teplo. Jedná se o iontový kanál označovaný TRPV1. Julius dále zjistil, že kanál TRPV1 se aktivuje také při vysoké koncentraci protonů a chemických látek vznikajících při zánětlivých procesech. Tím položil základ pro pochopení molekulárních důvodů hypersenzitivity na bolest u poškozených a zanícených tkání. Tento iontový kanál je molekulárním integrátorem signálů zajišťujících vnímání tepla a

zánětů. Stejný senzor se pak stará o kódování pocitu horka, ať je způsobené pálivou papričkou nebo horkou kávou.

Julius pak pomocí genetických experimentů prokázal, že zmutované myši, kterým TRPV1 chybí, mají nižší citlivost na teplo a pociťují menší bolest při zánětech a rakovinovém bujení. Tento objev vedl k identifikaci skupiny kanálů, která zajišťuje vnímání teplotní škály od tepla po chlad, a umožnil identifikovat také procesy reagující na dráždění a záněty vedoucí k ochromující bolesti. Při dalších experimentech Julius se spolupracovníky zjistil, že se tyto kanály podílejí také na funkčnosti senzorů infračerveného záření u upírů netopýrů a hadů a že jsou cílem pavoučích a štířích toxinů. Byla tím ověřena role těchto kanálů při vnímání teploty a bolesti v celé zvířecí říši. Na nově objevený kanál TRPV1 a příbuzné kanály se nyní zaměřuje vývoj nových léků tlumících bolest.

Ardem Patapoutian je profesorem instituce Scripps Research a výzkumníkem v Howard Hughes Medical Institute. Objevil skupinu iontových kanálů citlivých na tlak, takzvanou PIEZO, s hlubokými evolučními kořeny. Tyto iontové kanály existují u mnoha vzdáleně příbuzných druhů.

Patapoutian se spolupracovníky použil buňky neuroblastomu, které lze vypěstovat v laboratorních miskách. Tyto buňky reagují elektrickým signálem na změny tlaku již při lehkém dotyku. Tým začal se seznamem 300 genů (z více než 20 000 genů, které existují v naší DNA), které by mohly být zodpovědné za existenci kanálu citlivého na tlak a postupně vypěstoval buněčné kultury, kterým vždy jeden z těchto genů chyběl. Patapoutianova laboratoř poté vzorky postupně testovala a hledala gen, při jehož absenci buňkám chyběla citlivost na tlak. Správný gen ze seznamu byl kandidát číslo 72.

Patapoutian brzy potvrdil, že PIEZO jsou nezbytné pro vnímání tlaku u savců. Jeho práce prokázala, že PIEZO tvoří iontové kanály, které jsou přímo zodpovědné za vnímání tlaku Merkelovými buňkami, za vnímání dotyku receptory na pokožce i za funkčnost proprioceptorů (senzorické receptory se zakončeními ve svalech, které reagují na polohu a pohyb těla v prostoru).

PIEZO také vnímají tlak v nervových zakončeních cév a v plicích a mají vliv na množství červených krvinek, vaskulární fyziologii a stojí v pozadí široké škály lidských genetických poruch. Objev PIEZO otevřel dveře k pochopení *mechanobiologie*, což je nový vědní obor na pomezí biologie, techniky a fyziky, který se zaměřuje na fyzikální síly a změny v mechanických vlastnostech buněk a tkáních podílejících se na udržování zdraví a vzniku nemocí.

„Jednotlivé objevy Davida Juliuse a Ardeama Patapoutiana odhalily vědecké komunitě molekulární a neurální základ pro vnímání tepla a tlaku, což přineslo obrat v našem pochopení smyslových vjemů a bude mít výrazný dopad na to, jakým způsobem přistupujeme ke zdraví a nemocem,“ uvedla Kristine B. Walhovd, předsedkyně komise pro udílení Kavliho cen v oblasti neurověd.

Další podrobnosti jsou k dispozici na [webových stránkách Kavliho cen](#).

Komise pro ceny Kavli

Astrofyzika

Viggo Hansteen (předseda), University of Oslo, Norway
Alessandra Buonanno, Max Planck Institute for Gravitational Physics, Germany
Andrea Ghez, University of California Los Angeles, US
Robert C. Kennicutt, Jr, University of Arizona, US
Irwin I. Shapiro, Harvard University, US

Nanověda

Bodil Holst (předsedkyně), University of Bergen, Norway
Gabriel Aeppli, Paul Scherrer Institut, Switzerland
Susan Coppersmith, University of New South Wales, Australia
Shuit-Tong Lee, Soochow University, China
Joachim Spatz, Max Planck Institute for Medical Research, Germany

Neurověda

Kristine B. Walhovd (předsedkyně), University of Oslo, Norway
Alexander Borst, Max Planck Institute of Neurobiology, Germany
Catherine Dulac, Harvard University, US
Mary E. Hatten, The Rockefeller University, US
Denis Le Bihan, NeuroSpin, CEA, France

O Kavliho cenách:

Kavliho ceny se udílí ve spolupráci mezi Norskou akademií věd, norským ministerstvem školství a výzkumu a Kavliho nadací (USA). Kavliho cena oceňuje vědce za přelomové objevy v astrofyzice, nanovědě a neurovědě, které přispívají k posunu našeho poznání obrovských, velmi malých a velmi komplexních věcí. Ceny s jednotlivou hodnotou milion dolarů se udělují v každém ze tří zmíněných oborů jednou za dva roky. Norská akademie věd vybírá laureáty na základě doporučení ze tří komisí, jejichž členy vybírá Čínská akademie věd, Francouzská akademie věd, německá Společnost Maxe Plancka, Americká národní akademie věd a britská Royal Society. Kavliho ceny se poprvé udílely v roce 2008. Dosud bylo oceněno 54 vědců ze 13 zemí, a sice z České republiky, Francie, Německa, Japonska, Litvy, Nizozemska, Norska, Rakouska, Ruska, Spojených států amerických, Švédska, Švýcarska a Velké Británie.

Podrobnější informace o Kavliho cenách, laureátech za rok 2020 a jejich práci najdete na adrese www.kavliprize.org.

Laureáti Kavliho cen bývají obvykle vyhlášováni v norském Oslo během ceremoniálu, jemuž předsedá Jeho Veličenstvo král Harald. Následuje recepce na radnici v Oslo, kde se vyhláší i Nobelova cena míru. Vzhledem k letošní pandemii nemoci COVID-19 se ceremoniál udílení cen odkládá a proběhne až v září 2022 společně s vyhlášením cen za rok 2022.

Další informace vám poskytne:

Marina Tofting (Norsko)
Norská akademie věd
+ 47 938 66 312
marina.tofting@dnva.no

Stacey Bailey (Spojené státy americké)
Kavliho nadace
+ 1 310 739 2859
sbailey@kavlifoundation.org