

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

A korábbi megoldások értékelése a következő számban várható. Az érdekeltek türelmét köszönjük.

Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

Előszóban

Az új feladat „variációk egy témára” és arra, hogy mi számít up-to-date-nek vagy éppen kihívásnak különböző nézőpontok irányából. A téma közös: a platinafémek. A platinafémekről néhány „közismert” információ: ritkák, drágák és katalizátorok.

A megoldásokat 2021. március 25-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni

Platinum-paved roads

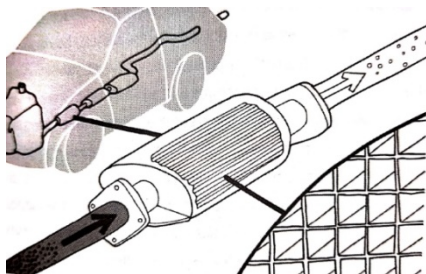
Lurking underneath your car, usually just beneath the engine, is a steel box hooked up to the exhaust system. These boxes first began appearing on cars back in the mid-seventies but now they are ubiquitous, with every car, van and lorry carrying one. Inside each box is a ceramic honeycomb structure coated with about 3 or 4 g (about 1/8 oz) of platinum and the equally shiny and expensive metals called palladium

and rhodium. These metals help chemical reactions getting started within the exhaust fumes, converting potentially harmful gases into predominantly harmless ones. The platinum and other metals act as catalysts: they aren't consumed by the work they do, and you need very little of them to give the chemistry a kick-start. It's the presence of these precious metallic catalysts that explains why the steel box under your car is known as a catalytic converter. It's also why a new catalytic converter can set you back a large amount of money.

Disappointingly, especially given the promise of the platinum, the inside of a catalytic converter is murky grey or brown. Most of them contain what is known in the trade as a cordierite monolith, a single block of extruded ceramic about 20 cm (8 in) long and maybe 15 cm (6 in) in diameter. The block is not, however a solid lump. It's shot through with thousands of tiny tubes, usually square in cross section, only 1mm (about 1/32 inch) across and arranged in a beautiful, regular pattern. In some cases the monolith is made of corrugated metal sheet, but the end result is the same: an inert block, with a large surface area through which exhaust fumes can flow.

The platinum, palladium and rhodium come into this story when monolith is drenched in a solution containing these precious metals. They coat the inside surfaces of the tubes and, when dry, leave behind a microscopically bumpy surface. The point of all effort is to create a maximally large surface area coated with platinum, palladium and rhodium, and the key to the reason why is down to how a solid can help along, or catalyze, a reaction that takes place. Exhaust fumes from petrol engines contain a number of toxic gases. The most well-known is carbon monoxide, a poison and a greenhouse gas, but there is also unburnt fuel that acts as a major air pollutant. Possibly most unpleasant, though, are the oxides of nitrogen that give rise to acid rain and destroy the ozone in the Earth's atmosphere that helps to filter harmful ultraviolet radiation from the Sun. Modern catalytic converters deal with all three of these. The platinum and palladium help oxygen react with carbon monoxide and the unburnt fuel to produce harmless carbon dioxide and water vapour. Meanwhile, the rhodium and the platinum catalyze the breakdown of the oxides of nitrogen to make nitrogen gas and oxygen. For these reactions to happen the gases need to be in physical contact with the precious metals, which is why you need a ceramic monolith

with all the skinny air tubes. If you just had a block of platinum, most of the gas would flow over the block without touching it and reacting.



Inside a car's catalytic converter

There are a few minor problems with modern catalytic converters. For the first reaction to take place, with the carbon monoxide and unburnt fuel, you need oxygen for it to work and it is quite possible to tune a car so that there is very little oxygen in the exhaust fumes. Modern cars monitor the oxygen levels, before and after the exhaust enters the catalytic converter, and adjust the air to fuel mixture injected into the engine accordingly. Another issue is that all of this chemistry only happens at high temperatures, usually well above $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($750\text{ }^{\circ}\text{C}$), and it takes about five minutes for the converter to reach this temperature. So, the pollution created by short journeys does not get converted into less harmless components, because the catalytic converter does not work until it has time to heat up.

Catalytic converters are also susceptible to being poisoned and permanently ruined by such issues as leaks from coolant systems and lead in the fuel, which is why they only started appearing once unleaded fuel became common. The biggest problem, though, is that catalytic converters in cars eventually wear out. This is not because the precious metals get used up doing their jobs – remember that catalysts are not consumed by the reactions they start. Instead, driving causes vibrations and knocks that shake free the coating of catalysts on the ceramic monolith of the converter. The reason that you ultimately need to fork out for a new catalytic converter is because the precious metal coatings have been shaken free from your old converter, lost from the end of the exhaust pipe, and now strewn all over the road.

Which means that modern road dust is chock-full of platinum, palladium and rhodium. If you take the sweepings from urban roads and pick out all that gross bits – the plastic wrappers, tin cans and organic material – what you are left with is a dark brown sludge. Much of this has come from our cars wearing out. Anyone who has driven a car knows how often expensive tyres need to be replaced. Where do they go? The ground-up rubber ends on the roads along with those metallic particles from catalytic converters.

The best platinum mines in the world dig out ore with just a few parts per million of the precious metal. It's expensive, dirty, environmentally damaging work, but it is worth the effort of mining as the platinum that is extracted is so very, very valuable. The brown sludge swept from the roads has the same sort of levels of platinum as this best mined ore. The process for purifying the platinum, palladium and rhodium from road sweepings is only just being developed in the United Kingdom. In the UK alone, there could be tens of millions of pounds worth of precious metals lying on the streets, if only we could get at it.

Page 162-165 of *Science in the World Around Us* in Jopson, M. (2015). *The science of everyday life: Why teapots dribble, toast burns and light bulbs shine*. London, England: Michael O'Mara Books

Platinum, palladium or rhodium – which is the metal of the future?

by: Dominic Frisby (22 May 2019)

How the future of driving is shaping demand for platinum group metals

...

Platinum's main use is in diesel vehicles, whereas palladium tends to be used in petrol engines. But rhodium is the most effective catalyst for nitrous oxide (N₂O) emissions in petrol engines, as much as seven times more effective than palladium. There is no substitute for rhodium.

Platinum can substitute for palladium in petrol engines, but this substitution only tends to kick in when the palladium price is double

that of platinum. In other words, if palladium is \$1,500 an ounce, and platinum \$750, we'll start to see substitution.

In future, it's likely we'll see three-way catalytic converters, which contain rhodium, platinum and palladium, make a comeback.

The Volkswagen diesel scandal and the resultant regulatory change which followed has meant that demand in Europe for diesel vehicles has fallen, while demand for petrol has increased. This has been duly reflected in platinum and palladium prices: the former has sunk and the latter has soared.

However, it is only diesel passenger vehicle demand that has died out. Globally, demand for commercial vehicles has remained constant and is likely to remain so. In other words, platinum demand should also remain constant. The big falls have already happened.

Electric vehicles are coming, but perhaps they are not quite as clean as the keenest proponents would have you believe. About 85% of global energy comes from burning hydrocarbons, so even for electric vehicles there's an 85% probability that the source of their energy is dirty.

Nor will they necessarily signal an end to PGM demand. Hybrid cars are the stepping stone to electric vehicles; JP Morgan says hybrids will account for 23% of global sales by 2025. However, hybrids still burn fuel 91% of vehicles will still have an internal combustion engine in 2025.

And according to the Boston Consulting Group, by 2030, 85% of passenger cars will still have a combustion engine and hence a catalytic converter. In other words, there will still be demand from vehicles for PGMs.

Another coming regulatory headache is that emission standards are different in the lab to the real world. Hybrids and other cars which turn off and on when stationary are in fact, in terms of emissions, a false economy, as the catalyst needs to be hot to function properly. This has the potential to become a big issue in the future if it gets more publicity.

So things look good for palladium and rhodium. Demand will continue and both are in a supply deficit. Palladium has an annual deficit of 8%, while rhodium demand exceeds annual mined supply of 760,000 oz by 100,000 oz. Recycling is what has saved both, but the stockpiles are shrinking all the time.

What could bring demand for platinum back?

Platinum is closer to equilibrium. The weak rand, alongside high palladium and rhodium prices means that profitability is outrunning wage and power inflation, and so production of PGMs remains high. That is not great for platinum.

... Where is the demand going to come from? What is the story? The answer to that may be fuel-cell vehicles.

The use of fuel-cell vehicles is expected to take off, but not until the early to mid-2020s (though the story will get out sooner than that). But if fuel-cell vehicles take off, so will platinum demand and the normal prices and ratios I have discussed in other Money Mornings, where platinum trades at a premium to gold and palladium, will return.

Each fuel cell, says Hochreiter, will require an ounce (30g) of platinum; a typical saloon car would require five to six ounces. By the end of the next decade, platinum demand could be double where it is today.

...

But quite what platinum use will be in fuel-cell transport, and indeed what fuel-cell transport will be, is not yet fully known.

The article is obtained from <https://moneyweek.com/507382/platinum-palladium-or-rhodium-which-is-the-metal-of-the-future> (latest access: 27/02/2021)

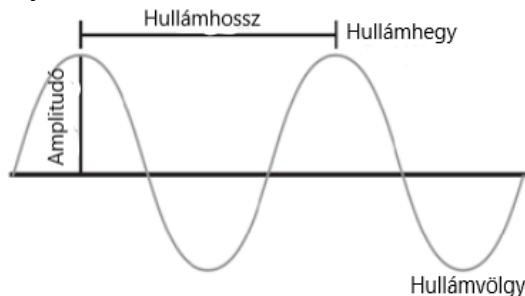
Editor's note: The platinum group metals, specifically platinum, palladium and rhodium are abbreviated as PGMs.

A 2020/5. számban megjelent szöveg mintafordítása**Mi a spektroszkópia?**

A *spektroszkópia* olyan módszer, amellyel ismeretlen vegyületeket azonosítanak be a színképeikből. Sajnos a színkép, vagy spektrum az dolog, amit a spektroszkópia használatával kapunk és ez teszi a definíciót kevésbé érthetővé. Hogy értelmet nyerjen, vissza kell mennünk és az elejétől elindulni.

Hullámhossz, frekvencia és a fénysebesség

Remélhetőleg már hallottál arról valamikor, hogy a fény egyszerre részecskéként és hullámként is viselkedik. Ha láthatnád, hogy néz ki ez a hullám, valami ilyesmi lenne:



A fényt gyakran hullámként kezelhetjük, az itt ábrázolt jellemzőkkel.

Ezen a rajzon a λ (lambda görög kisbetű) jelöli a fény hullámhosszát. A hullámhossz egyszerűen csak a távolság két hullámhegy vagy hullámvölgy (az alacsony rész) között (méterben mérve). Ha már ismerjük ezt a kifejezést, akkor a következő egyenletet felhasználva még sok okos dologgal állhatunk elő: $c = v \cdot \lambda$.

Oké, elismerem, hogy ez az egyenlet elsőre nem tűnik olyan menőnek. Mindemellett van még pár fogalom, amit meg kell ismernünk ahhoz, hogy láthassuk, mennyire menő.

- A fény sebességét a c jelöli. Vákuumban (és a levegő elég közel áll a vákuumhoz, a fény szempontjából), a fény sebessége $3,00 \times 10^8$ m/s.
- A fény frekvenciáját a ν (nü görög kisbetű) jelöli. A frekvencia egyszerűen megmutatja, hogy egy másodperc alatt hányszor képes a hullám „hullámozni”.

Lényegében ez az egyenlet rávilágít, hogy kapcsolat van a fénysebesség, a fény hullámhossza és a frekvencia között. Egyszerűen mondva (mivel tudom, hogy csak ez az, ami igazán izgat), minél többször csinálja a hullám a „hullámzást” egy másodperc alatt, annál rövidebb minden egyes hullám. Ez azért nem rossz!

Fény és energia

Váltunk témát egy pillanatra! Anélkül, hogy mondanám, valószínűleg már tudod, hogy a fény energiát hordoz. A napelemek varázsától a napégések fájdalmáig tapasztalhatod, hogy ha a nap rásüt valamire, annak energiát ad át.

Az energiamennyiség, amit a fény át tud adni valaminek, a fény színén múlik. A kék színű fénynek sok-sok energiája van, a pirosnak viszont jelentősen kevesebb. Sőt, olyan fény is létezik, ami olyan sok vagy kevés energiával rendelkezik, hogy a szemünkkel nem is észlelhetjük.

A fény színe viszont olyan dolgoktól függ, mint a hullámhossz és a frekvencia, pont ezeket vitattuk meg ezelőtt. Tudom, alig várod, hogy megtudd, mi az összefüggés a kettő közt, szóval előrukkolok az egyenlettel: $E = h \times \nu$

Lássuk csak mit jelentenek ezek a kifejezések:

- Az E a fény energiáját jelenti joule-ban kifejezve.
- h jelöli a Planck-állandót, ami nem több mint egy szám, amit egy Planck nevezetű fickó vezetett be a fényenergia frekvenciával való összefüggésének megadására.

A Planck-állandó értéke $6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \times \text{s}$. Nem mondhatjuk, hogy ez az érték „ott van a nyelvünk hegyén”, de akkor is ennyi.

- ν a fény frekvenciáját jelöli, amiről már beszéltünk.

Mivel már tudjuk, hogy $\nu \times \lambda = c$ így behelyettesítve: $E = h \times (c/\lambda)$

A sok képletrendezgetés eredményeként (magabiztosan) kijelenthetjük, hogy a fény energiája összefügg annak hullámhosszával. Az a fény, aminek nagy a hullámhossza, alacsony energiájú; a rövid hullámhosszú fény nagy energiával rendelkezik. Komolyan, ezt mondja az egyenlet!

Színek és energia

Már megállapítottuk, hogy a fény színének köze van a hullámhosszához és a frekvenciájához. Ami azt illeti, ha olyan örültek lennénk, hogy egy grafikonon mutatnánk be kapcsolatot a szín, hullámhossz és frekvencia között, a következőhöz hasonlóan festene.

A következő grafikon az elektromágneses spektrumot mutatja be, ami ábrázolja az összes különböző fényhullámot, ami létezik. Mint láthatjátok, az emberi szemmel ténylegesen csak nagyon apró részét láthatjuk az elektromágneses spektrumnak--a legnagyobb részének túl magas vagy túl alacsony a frekvenciája, hogy látható legyen.

Mi történik akkor, amikor elektromágneses sugárzást adsz valamihez?

Beszéljünk a legáltalánosabb értelemben arról, mi történik akkor, amikor elektromágneses sugárzás ér egy vegyületet egy abszorpciós spektroszkópiának nevezett módszer használata közben. Itt egy diagram kis magyarázattal.



A módszer, amivel az átengedett fényt méri abszorpciós spektroszkópia közben.

- A sugárzás eléri a mintát.
- Az átadott energia felhasználódik valamire. Az, hogy mi ez a „valami”, az eredeti sugárzás energiájától függ. Például, ha infravörös sugárzást használunk, az energia egy része arra fordítódik, hogy a molekulában található kötések különféle módokon megnyúljanak és meggörbüljenek. Ha látható fényt használnak, az energia arra hasznosítódik, hogy egy elektronokat ugrassanak egyik pályáról a másikra. Ezeket később részletezzük az elkövetkező fejezetekben.
- A fény, amit a minta nem használ fel valamire, változatlanul halad át rajta. Képzeljük azt, hogy adagolunk a mintába három különböző hullámhosszú fényt. Az első hullámhosszú fény pont jó energiájú ahhoz, hogy egy elektront egyik helyről a másikra ugrasson, míg a

másodiknak és harmadiknak pont nem jó a hullámhossza semmire. Ilyen esetben, az első hullámhosszú fény elnyelődik, a második és harmadik viszont változatlanul halad tovább. Minden vegyület teljesen más mintázatban nyeli el a fényt a különböző céljaira.

- Valami megméri a fényt, ami átjutott a mintán. Amint tudjuk, milyen hullámhosszú/színű/frekvenciájú fények jutottak át a mintán, kitalálhatjuk, milyen vegyület van jelen a mintában (mivel minden vegyület egyedi mintázatban nyeli el a fényt). A mintán átjutó fény mintázatát a vegyület spektrumának nevezzük, és minden vegyület egyedi spektrummal rendelkezik, amivel el lehet különíteni őket más vegyületektől.

Ezt az egész eljárást spektroszkópiának nevezzük. A spektroszkópia pedig, mint ahogy azt elmondtuk a fejezet elején, egy olyan módszer melynek segítségével beazonosíthatunk ismeretlen anyagokat a spektrumuk segítségével. Látod, megy ez, mint a karikacsapás!

Úgy sejtem, vannak páran, akinek nem teljesen világos hogyan is működik a spektroszkópia, ezért használjunk egy analógiát annak illusztrálására

Mondjuk (valamilyen oknál fogva), hogy egy gyárban kezdél dolgozni, ahol pólókat nyomtatnak. A főnököd (aki gyanítod, hogy túl sok festéket szippanthatott a maga idejében) azt mondja, hogy annak érdekében, hogy megtartsd a munkád, meg kell tudnod különböztetni egymástól a három használt szitanyomót. Az egyiken egy mosolygós fej van, a másikon egy szlogen: „sit on it” (egy szleng kifejezés, amit inkább nem fordítanék le), a harmadikon pedig egy grafika látható a Minutemen „What Makes a Man Start Fires?” lemezborítójáról. Az egyetlen probléma, hogy a főnököd azt mondta, hogy nem nézheted meg közvetlenül a szitanyomókat

Persze megpróbálhatnátok a kezeitekkel kitapintani, de mindegyik egyszerű selyemnek érődik. Megkérdezhetnétek egy kollégát, de ők sem segítenek, mivel félnek a főnöktől. Úgy néz ki, neked annyi.

Várjunk csak! Ahogy erre a könyvre visszaemlékszel, eszedbe jut egy harmadik ötlet. Minden selyemszítát ráteszel egy papírlapra, leöntöd őket festékkel, majd ahelyett, hogy magára a szitára néznél, a papírokat figyeled, amiket alájuk helyeztél. Mivel minden egyes szita egyedi formában engedi át magán a festéket, ezért tudod, hogy az első szitára

az van nyomtatva, hogy „sit on it”. Amennyiben ezt az eljárást folytatod a másik két szita esetében is, az állásod biztonságban van.

A szerves kémiában használt spektroszkópiatípusok

Számos spektroszkópia típus van, amit a szerves kémikusok használnak, hogy kiderítsék mivel dolgoznak éppen.

Az infravörös (IR) spektroszkópia infravörös fényt használ, (a hullámhossz durván 750 nm és 1 mm között van) hogy beazonosítsa a szerves vegyületeket a kötéseik hajladozása és megnyúlása alapján. Az IR spektroszkópiával majd a 22-ik fejezetben foglalkozunk.

A mágneses magrezonanciás (angol/nemzetközi rövidítése NMR) spektroszkópiát arra használják, hogy a kémiai vegyületeket a vegyületben lévő különféle atomok nukleáris spinjének megfordításához szükséges energia alapján azonosítsák be (a hidrogén és szén a leggyakoribb) mágneses mező jelenlétében. Az NMR egy kicsit különbözik elveiben a spektroszkópia más típusaitól, de majd a 23-ik fejezetben ráérünk aggódni emiatt.

Miért is hasznos a spektroszkópia?

Néha a diákok nem értik miért töltünk annyi időt a spektroszkópia működésének elmagyarázásával, amikor bizonyára vannak más módszerek is a kémiai anyagok beazonosítására. Elvégre a spektroszkópok feltalálását megelőzően is tevékenykedtek kémikusok!

Hogy válaszoljak erre a kérdésre, itt van néhány érv, hogy a szerves kémiával foglalkozó vegyészek miért szeretik a spektroszkópiát:

- Nem kell elpusztítani a mintát: a tömegspektrometriával és az égetés utáni elemarány vizsgálatával ellentétben a vegyészek a vizsgálat után egyszerűen kivehetik a mintát a spektrométerből, és más célokra használhatják.
- Szinte bármi vizsgálható spektroszkópiával: a röntgen krisztallográfiával vagy pordiffrakcióval ellentétben (amikhez mindenképpen szilárd minta kell), feloldhatjuk a mintát oldószerben vagy akár tiszta állapotában is berakhatjuk a spektrométerbe, és működni fog. Ráadásul csak nagyon apró mennyiségű mintára van szükség.

- Nagyon egyértelmű válaszokat ad: olyan módszerek, mint a gázkromatográfia (GC vagy GLC), el tudják különíteni szerves anyagok keverékéből a különböző anyagokat, de nem igazán alkalmasak arra, hogy megmondják, milyen vegyület van jelen a keverékben. A spektroszkópia általában el tudja árulni, mi van a főzőpohárban.

Az elvárt minimális tudás

- A fény frekvenciája, hullámhossza, energiája és színe mind kapcsolatban állnak egymással.
- Bármely szerves vegyület abszorpciós spektrumát elő tudod állítani azáltal, hogy rávilágítasz, és megméred, milyen hullámhosszú fények jutnak át a mintán anélkül, hogy felhasználódnának.
- Mivel minden vegyület spektruma egyedi, spektroszkópiával azonosítani lehet őket.
- Sok, különböző típusú spektroszkópia létezik, amik a felhasznált fény energiájában különböznek.
- A szerves kémikusok rendszeresen spektroszkópiát használnak annak megállapítására, hogy mit állítottak elő.