

Válasz Dr. Richter Péter bírálói véleményére

Köszönöm Professzor úrnak, hogy annyi időt, munkát fordított dolgozatom elolvasására, elbírálására. Külön köszönöm dicsérő szavait, melyekkel a disszertációt és kutatói munkásságomat illette, köszönöm igen pozitív véleményét, értékelését, a dolgozat hiányosságaira rámutató megjegyzéseit, kérdéseit, javaslatait. Külön köszönöm azt a megjegyzését, hogy „Jelölt megtalálta az összhangot és az eszményi arányt az értekezés felépítését és tartalmát tekintve az alkalmazott kutatás, kísérleti fejlesztés és a gyakorlati alkalmazás között”, hiszen munkám során és a dolgozatomban is kiemelten próbáltam keresni az összhangot e területek között.

Az alábbiakban ismertetem a Professzor úr kérdéseire adott válaszaimat.

1. Milyen előnnyel jár folytonosan hangolható fényforrás alkalmazása szemben diszkrét hullámhosszak alkalmazásánál?

Válasz: Ha csak diszkrét hullámhosszakon lehet elvégezni a fotoakusztikus mérést (mint pl. CO₂ vagy CO lézer esetén), akkor véletlenszerű egybeesésen múlik, hogy van-e olyan hullámhossz, amely egybeesik a mérendő komponens elnyelésének maximumával. Továbbá, ha több komponens is rendelkezik optikai elnyeléssel a mérés hullámhossz-tartományán, akkor a hangolható lézerrel rá lehet hangolni azokra a hullámhosszokra, amelyek a mérés szempontjából előnyösek (pl. egy háttérkomponens két hullámhosszon ugyanakkora elnyeléssel bír, és így a különbségképzés eredményeként ennek a háttérkomponensnek a járuléka kiesik).

2. A lézer elhangolódásának kompenzálására javasolt módszer: a lézerárammal az abszorpciós maximumra való hangolás hogyan alkalmazható többkomponensű gázösszetétel esetén?

Válasz: Ilyen esetben célszerű referenciakamrát alkalmazni, amelyben csak egyetlen olyan komponens található, amely a mérés hullámhossztartományán jól azonosítható elnyelési vonallal rendelkezik.

3. A fotoakusztikus mérés membránok gázáteresztő-képességének mérésére történő alkalmazásával kapcsolatban ismertesse az eljárás egyéb mérési módszerekkel való összehasonlítását és az eredmények validálását.

Válasz: Munkánk során több összehasonlító mérést is elvégeztünk. Az általunk kidolgozott módszerrel megmértük kalibrált fóliák CO₂ illetve H₂O áteresztőképességét, és az általunk meghatározott és a gyártó által specifikált állandósult fluxus-értékek minden esetben $\pm 3\%$ -on belül megegyeztek. Továbbá a Központi Élelmiszeripari Kutatóintézettől kaptunk szakvéleményt arról, hogy az általunk és a nevezett intézet tulajdonában lévő referenciaműszerükkel mért gáz-permeabilitás értékek néhány százalékon belül megegyeznek.

4. Fejtse ki, hogy a több hullámhosszon működő fotoakusztikus aeroszol mérő milyen egyedi információkat hordozó információt szolgáltat a mért aeroszol fizikai és kémiai tulajdonságairól.

Válasz: A négy hullámhosszon működő fotoakusztikus rendszerünk segítségével meghatározható a légköri aeroszokok hullámhosszfüggő optikai abszorpciója illetve az abszorpció hullámhosszfüggését leíró ún. Angström exponens. Az aeroszokok nevezett optikai tulajdonságai alapvető fontosságú bemenő paraméterei pl. a Föld sugárzási egyensúlyának leírására szolgáló klimatikus modelleknek. Továbbá a nemzetközi tudományos irodalomban az utóbbi években publikált kutatások szoros kapcsolatot mutattak ki a légköri fénynyelző aeroszokok kémiai összetétele és optikai abszorpciós tulajdonságai között. A szerves szén aeroszokok optikai abszorpciója lineáris illetve közelítőleg négyzetes módon függ a hullámhossztól, és ez a fajta hullámhosszfüggés nagy pontossággal mérhető és jól megkülönböztethető az általunk kifejlesztett, széles tartományban több hullámhosszon működő fotoakusztikus aeroszol-mérő rendszerrel.

5. Túlzásnak tartom azt az általánosított állítást, hogy a fotoakusztikus mérés felülmúlja az optikai abszorpciós mérést gázérzékelési célokra. A dolgozatban konkrét mérőrendszerek kerültek összehasonlításra. A különbség elvi megalapozottságát nem találtam. Kérem, fejtse ki ennek elvi alapjait.

Válasz: Valóban el kell ismernem, hogy ebben az esetben megállapításom túlságosan kategorikusra sikerült. Igaz az is, hogy két konkrét berendezést hasonlítottam össze, bár ezzel kapcsolatban megjegyzem, hogy a houstoni Rice Egyetemen a Nobel díjas Curl professzor laboratóriumában megépített optikai abszorpciós rendszer, amivel a fotoakusztikus rendszerünket összehasonlítottam az adott pillanatban a nemzetközi élvonalhoz tartozott. Azt

természetesen nem lehet kizárni, hogy időközben készültek ennél jobb optikai abszorpciós rendszerek, amelyek mérési tulajdonságai akár még felül is múlhatják a fotoakusztikus rendszerét. A két rendszert talán legcélszerűbb a legkisebb kimutatható optikai abszorpciós együttható vonatkozásában összehasonlítani az alábbiak szerint. Az optikai abszorpciós rendszerben egy bizonyos, fényteltjesítmény felett az érzékenység már csak a fényforrás stabilitásától függ. A nevezett optikai abszorpciós rendszerben a zaj ekvivalens relatív fényteltjesítmény-változás értéke az összehasonlító mérések során 5×10^{-4} volt. Ennek háromszorosát tekinthetjük a legkisebb kimutatható relatív fényteltjesítmény-változásnak. Ezt elosztva a fényúttal (36 m) megkapjuk az ezzel a rendszerrel kimutatható legkisebb optikai abszorpciós együtthatót: $8 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-1}$. A fotoakusztikus rendszer zaja a mérésben 110 nV volt (10 másodperces lock-in integrálási idő mellett). Ennek szintén a háromszorosát tekinthetjük a rendszerrel kimutatható legkisebb fotoakusztikus jelnek. Ezt elosztva a fényteltjesítménnyel (5 mW), a mikrofonérzékenységgel (50 mV/Pa) és a kamra-konstanssal (1,9 Pa×cm/mW) megkapjuk a fotoakusztikus rendszerünkkel kimutatható legkisebb optikai abszorpciós együtthatót: $7 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-1}$. Mivel a fotoakusztikus rendszer érzékenysége arányos a fényteltjesítménnyel, ezért a jelenleg használt, az 5 mW helyett jellemzően már 40 mW fényteltjesítményű dióda lézerekkel a rendszerünkre vonatkozó MDOA értéke közel egy nagyságrenddel javult. Eközben természetesen az optikai abszorpciós rendszerek is jelentős fejlődésen mentek keresztül, úgyhogy érdemes lenne az összehasonlítást megismételni.

Szeged, 2013. február 27.

.....
Dr. Bozóki Zoltán