

Az Űrszondák méréseredményeinek újdonságai mind előbb visznek a Világegyetem anyagi minőségeinek megismerésében

A WIND-űrszonda mérései kimutatták, hogy a Hold felszíne közelében a légkör sűrűsége nagyon kis mennyiségben, de eltér a bolygóközi tér anyagi sűrűségétől, s benne oxigén-ionok mutathatók ki. (Az 1969-ben a Holdon járt űrhajósok, akiknek műszereik kevésbé érzékenyek voltak, még azt állították, hogy a Holdnak nincs légköre.) Az oxigén ionok eredetére különböző magyarázatot adnak a kutatók:

- a Hold pólusainak jégsapkájából
- a Hold felszíni szikláiból a kozmikus sugárzás hatására
- azokból a vízmolekulákból származnak, melyeket a Holdra becsapódó üstökösök, mikrometeoritok szállítanak (New Scientist — 1998.)

A Galileo űrszonda fedélzetén levő műszerek segítségével mérték a Jupiter Yo holdjának felületi hőmérsékletét. Az addig ismert adatok szerint a hold felület maximális hőmérséklete 650 K, ami magyarázta a hold sárga színű felszínét. Folyékony kénből álló láva, lávatavak és kengőzők borítják a bolygót. A Galileo mérései alapján több ú.n. "forró helyet" találtak 1700–2000 K hőmérséklet tartományban. Ezek az értékek arra utalnak, hogy szilikátos vulkanikus tevékenység is létezik (ezt régebbi tagadták), a Földön tapasztalt hőmérsékleti értékeknél magasabbaknál.

(Természet Világa, 1998. szeptember)

A Jupiter második legnagyobb holdjáról, a Callistoról eddig azt tudták, hogy szikla és jégsivatag, minden változatosság nélkül. A Galileo űrszondán mágneses méréseket végezve, a kutatók megállapították, hogy a Hold mágneses tere ingadozik a Jupiter körüli forgása függvényeként. A jelenséget azzal magyarázzák, hogy a Jupiter erős mágneses tere a holdban elektromos áramokat indukál, amelyek a bolygó forgása szerint ingadoznak. A jeges felszín rossz vezető, ezért feltételezik, hogy ez alatt sós vízű, olvadt jégréteg található, ez vezető, melyben indukálódhatnak a változó erősségű áramok, amelyek mágneses terét észlelték. Ezen tények alátámasztják azt a feltételezést, hogy a Callisto is a Naprendszernek egy olyan helye lehet, amely életet hordozhat. (Az utóbbi időben a Földön felfedeztek többféle élő mikroszkópikus lényt, amely szélsőséges körülmények között képesek élni: óceánok vulkáni hasadékában forrponthőmérsékleten, az Antarktison jégkéregben, nagy sótartalmú tavakban. A Jupiter bolygói közül az Európán már régebbi feltételezték az alacsonyrendű élet lehetőségét. (Élet és Tudomány, 1998)

Naprendszerünkön kívüli csillagok körül keringő bolygókat sikerült felfedezni a csillagászoknak a Doppler-technika alkalmazásával (a bolygók távolságának a megfigyelőhöz való változását vizsgálva). A felfedezett bolygók tömege a Jupiter tömegéhez hasonló, s elliptikus pályán keringenek. (Science, 1998. június)

A holográfia

„Sok elődömnél előnyösebb helyzetben vagyok az előadásom megtartásakor annyiban, hogy nem kell egyetlen képletet se leírom, vagy elvont grafikont bemutatnom. A holográfiába persze tetszés szerinti mennyiségű matematika építhető be, a lényeg azonban fizikai érvekkel is megmagyarázható, és ezekből is megérthető.”

Ezekkel a szavakkal kezdte meg előadását Gábor Dénes, amikor 1971-ben a „holográfia módszer felfedezéséért és fejlesztéséhez való hozzájárásáért” a neki odaítélt Nobel-díjat átvette. Szem előtt tartva Gábor Dénes szavait, beszéljünk „dióhéjban” a holográfiáról és alkalmazásairól.

Történeti áttekintés. Gábor Dénesben a holográfia gondolata az elektronmikroszkópikus képek minőségének javításával kapcsolatosan merült fel, optikai kísérleteit csak modellezésre használta. Ezek az optikai kísérletek a mai holográfia alapjai. Gábor Dénes 1948-ban dolgozta ki a holográfia elvét. Ekkor csak nagy nehézségek árán tudtak olyan koherens sugáymalábót előállítani, amellyel olyan hologramot kaptak, amivel csak az elv helyessége volt igazolható. Noha a következő években több kutató (G.L. Rogers, H.El.-Sum, A.Baez és mások) érdekes eredményeket ért el a módszer tökéletesítésében, 1955 körül a kutatásokat abbahagyták, hisz „a felfedezés megelőzte a korát”, tehát belefáradtak a technikai nehézségek leküzdésébe. Igazi újjá születést a holográfia történetében a lézer felfedezése (1960) eredményezett. A lézer az atomfizikai kutatások egyik jelentős technikai találmánya. Neve mozaikszó, a működését leíró angol kifejezések kezdőbetűiből kapta: laser, light amplification by stimulated emission of radiation (fényerősítés sugárzással gerjesztett emisszióval). Működését – leegyszerűsítve – a következő képen magyarázzuk. Ha a semleges atomokat fotonnal gerjesztjük, akkor elektronjai magasabb energiaszintre kerülnek, majd visszaugráskor a gerjesztésnek megfelelő energiakülönbséget kisugározzák (spontán emisszió). A gerjesztett atomok azonban foton kibocsátására képesek akkor is, ha spontán keletkezett fotonok beleütköznek és „kisütik” (indukált emisszió). Ezek a fotonok újra gerjesztett atomokat sütnék ki és így tovább. A fotonkibocsátás tehát erősödő mértékben, lavinaszerűen folyik le. Az első működőképes lézert Maiman készítette 1960 – ban. Ez 4 cm hosszú, 1 cm átmérőjű, kb. 0,04% krómmal szennyezett, mesterségesen növesztett rubinkristály (alumínium – oxid) rudacska volt. (A lézerrel kapcsolatosan lásd a FIRKA előző számait:) 1962-ben Emmeth N. Leight és Juris Upatnieks készített az első lézeres hologramokat. Tehát már adottak a technikai lehetőségek: rendelkezésre áll a felvételhez szükséges nagy fényerejű koherens fényforrás. Ezek után a holográfia gyors ütemű fejlődésnek indul. Az elektronmikroszkópia viszont nagyon kevés hasznát vette az eddigi holográfiának, viszont elvi lehetősége nincs kizárva.

Mi is a holográfia? A holográfia egy olyan képrögzítő, illetve rekonstruáló eljárás amellyel a tárgyak háromdimenziós képét lehet előállítani leképző rendszer nélkül. A hagyományos optikai információátviteli eljárás (fényképezés) hátrányait képes kiküszöbölni. Ilyen hátrányok pl.:

A fénykép készítése egy külön leképező rendszert (fényképezőgép) és egy külön rekonstruáló rendszert (vetítőgép, nagyító) vesz igénybe.

A fénykép egy háromdimenziós tárgy képének megfelelően egy kétdimenziós képet, tehát nem képes visszaadni a teljes térbeli hatást.

A fénykép egy részének tönkremenetele maga után vonja a tönkrement részen található pontokra vonatkozó információ elvesztését.

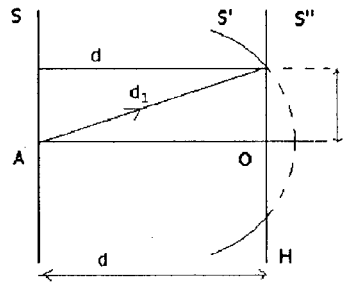
A holográfia alapötlete tehát, hogy a tárgy egy pontjáról a fényhullám ne csak amplitúdója segítségével továbbítson információt, hanem fázisában is. Ha a hullám amplitúdója által szállított információt mellett a fázisban tárolt információt is rögzíteni tudtuk, akkor azt jelenti, hogy az illető képről tároltuk az összes információt. Azt a képet, amely a tárgy pontjairól nem csak az amplitúdó által szállított, hanem a fázisban tárolt információt is rögzíti hologramnak nevezzük. (Görög eredetű szó: holo=teljes, gram=kép)

Ahhoz, hogy a fény fázisában tárolt információt ne veszítsük el, a fázis viszonyokat intenzitásváltozássá kell átalakítani. Ezt teszi lehetővé az interferencia. A nehézségeket az okozza, hogy az interferenciakép kialakításához koherens hullámok szuperpozíciója szükséges. A tárgyat egész terjedelmében koherens hullámokkal kell megvilágítanunk. A tárgyhullámot (a visszavert hullámot) teljes egészében koherens referenciahullámmal interferáltatjuk. A tárgyhullám és a referenciahullám interferenciájának eredményét rögzítjük fényérzékeny lemezen. Az így kapott interferenciakép intenzitás-eloszlása tartalmazza a tárgyhullámban foglalt teljes információt a tárgyról. Ez a tárgy hologramja.

Regisztráló eljárások. Az egyik hologram készítő eljárás, amelyet Gábor Dénes is alkalmazott, az „in-line” (nyalábszétválasztás nélküli) módszer. Ezzel az eljárással

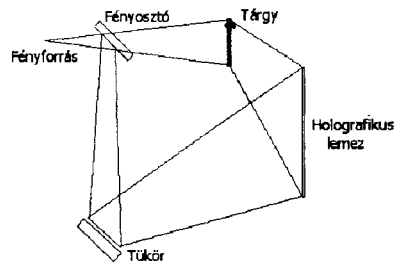
kis koherenciahosszuságú fényvel is lehetett hologramot készíteni. Elvi vázlatát az alábbi ábrán láthatjuk.

Az A tárgyponthoz síkhullámmal (S) világítjuk meg, melynek hatására a tárgyponthoz másodlagos gömbhullámok (S'-tárgyhullám) indulnak ki. (Huygens t.) Referenciahullámként a perturbátlan (S'') síkhullám szolgál. Természetesen a referenciahullámot úgy is vezethetjük, hogy kikerülje a tárgyat. A hologramot a referenciahullám terjedési irányára merőlegesen a tárgytól d távolságra elhelyezett H holografikus lemeze rögzítjük.



Az in-line összeállítás és a merőleges beesés a vizsgáltak szempontjából nem jelent lényeges megszorítást, viszont leegyszerűsíti a tárgyalást. Matematikai számítások elvégzése után arra a következtetésre jutunk, hogy a holografikus lemezen rögzült kép koncentrikusan világos és sötét körökből áll. Ezen gyűrűk sugara a Fresnel zónákéhoz hasonlóan nő. A hologram tehát interferencia csíkok formájában tárolja a tárgyra vonatkozó összes információt. Előállításához az kell, hogy a megvilágítás monokromatikus és koherens legyen, különben a csíkok összemosódnak és a rekonstrukció lehetetlenné válik. Az in-line módszer nagy hátránya az a tény, hogy a direkt képet létrehozó nyaláb mellett még másik két nyaláb is jelen van. (A megvilágítás után tapasztaljuk.) Az egyszerre jelenlévő nyalábok zavarják a tárgynyaláb megfigyelését, ezért szétválasztásuk nagyon lényeges. Erre megfelelő koherenciahosszuságú nyaláb szükséges, és ez csak a lézer felfedezése után vált lehetségessé.

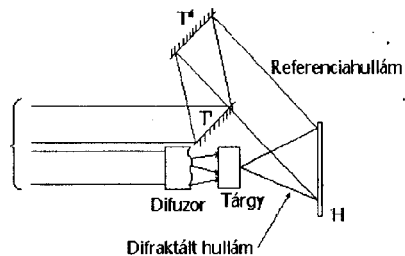
Az ú.n. nyalábszétválasztásos módszer kidolgozóit E. N. Leith és J. Upatnieks voltak. A módszer elvi vázlatát az alábbi ábrán láthatjuk.



A fényforrásból (lézer) származó sugárnyalábot két részre osztjuk egy fényosztó (félíg áteresztő tükör) segítségével. Az egyik nyaláb a tárgyat világítja meg, majd az innen visszavert hullám a holografikus lemeze jut. A másik hullám, a referenciahullám, egy tükör segítségével a holografikus lemeze kerül. Ez tartalmazza a koherens alapot, vagyis a hordozót. A referenciahullám interferál a tárgyról visszavert hullámmal a holografikus lemezen és így egy interferencia jelenséget fogunk rögzíteni. Ezt tükrözi a hologram. Tehát a holografikus képrögzítésre két sugárnyaláb kell kötelezően a rendelkezésünkre álljon: Az egyik a tárgyról, a másik bárholonnan, de feltétlenül koherens kell legyen.

E.N. Leight és J. Upatnieks egy másik eredeti módszert is kidolgozott, elvi vázlatát az alábbi ábrán láthatjuk.

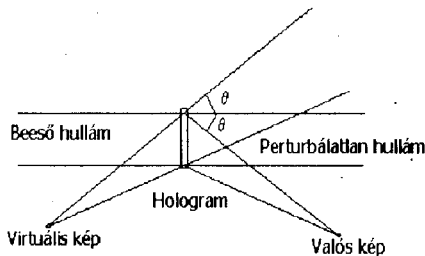
Az új dolog ebben a módszerben a tárgy diffúz megvilágítása. Látható, hogy a nyaláb egy részét a T' tükör a T'' tükörre vetíti és innen a H holografikus lemeze jut. A monokromatikus nyaláb második része egy diffuzor segítségével a tárgyra vetítődik, majd innen a H lemeze. A két hullám találkozása teszi lehetővé az interferencia jelenséget, amit a H lemezen rögzítünk. Tehát hologramot készíthetünk szétszórt, de koherens fényvel.



Hologramot ma már lehet számítógéppel is készíteni. Kiszámítható egy bizonyos tárgynak adott holografikus összeállítással kapott hologramjában az intenzitáseloszlás. Ha ezt az intenzitáseloszlást megjelenítjük (képernyőn) és lefényképezzük, az így kapott hologrammal rekonstruálhatjuk a tárgy képét. Így a valóságban nem létező tárgyak képét is előállíthatjuk.

A fentiekben beszéltünk a hologram regisztrálásáról és ismertettünk néhány módszert. Említést kell tegyünk a holografikus lemezzel, ami egy fényérzékeny lemez (film). A képrögzítés után minden esetben ezt a lemezt elő kell hívni és így kapjuk a hologramot. Nincs szükségünk még egy műveletre, hogy pozitív lapot kapjunk, mint hagyományos fényképezés esetén, hisz ez a pozitív nem különbözne a negatívtól.

Ahhoz, hogy a hullámot rekonstruáljuk elég, ha megvilágítjuk egy koherens fényforrással (lézerrel), anélkül, hogy valamilyen lencsét vagy más optikai eszközt használnánk. A hologram egy rácsként viselkedik, amelyet átvilágítva elhajlási képet kapunk. Azt tapasztaljuk, hogy a hologram három hullámot továbbít. Egy perturbálatlan hullámot, egy θ szöggel eltért hullámot, mely a tárgyról a visszavert hullám, amikor a hologramot készítettük, és ez ad egy virtuális képet. A harmadik szintén egy θ szöggel, de ellentétes irányban eltérített nyaláb, amely egy reális képet alkot a képről, anélkül, hogy valamilyen optikai készülékkel beavatkoznánk. Tehát megjelenik a virtuális képünk mellett egy valódi kép is amit ernyőn felfoghatunk. (l.az ábrán)



Szakirodalom:

- Kovács Kálmán: A holográfia, Dacia Könyvkiadó, Kolozsvár – Napoca, 1982.
 Jean C. Vienot és mások. Holográfia optikai alkalmazásokkal, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.
 Gh. Huanu, J. Dorin: Holografia, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1979.
 Valentin I. Vlad: Introducere în holografie, Ed. Academiei R.S.R., București, 1973.
 Dr. Szalay Béla: Fizika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.
 Dr. Karácsony János: Kiegészítések a modern optikához, kurzus – kézirat.

Borbély Vencel, egyetemi hallgató

Firkácska

Alfa fizikusok versenye

VII. osztály IV. Forduló

1. Gondolkozz és válaszolj!

- a). Milyen tényezőktől függ a szilárd testek hőtágulása?
 b). Öt ugyanolyan pohár színültig van vízzel. A másodikban és a harmadikban úszik, a negyedikben lebeg, az ötödikben elmerült állapotban van egy-egy golyó. Ha megmérnénk így az egyes poharak súlyát, melyiket találnánk kisebb, melyiket nagyobb súlyúnak? Állíts fel sorrendet! Indokold állításodat!