Kísérleti fizika 1.
Kiegészítések az előadáshoz – 2020. december 10.

Utolsó online előadás. (Pontosan egy hónappal az utolsó élő előadás után.)

0. Említettem, hogy a Fermat-elv okát majd később lehet megérteni. A magyarázat az interferencia: azon a pályán halad a hullám, amelyen a „szomszédos” (közeli) útvonalak között *első rendben* nincs különbség, és így a hullámok erősítik egymást.

Ha elképzeljük a lehetséges útvonalakhoz tartozó időket valamilyen paraméter függvényében, akkor ez ott teljesül, ahol a függvény első deriváltja nulla, azaz a függvénynek szélsőértéke van.

A szélsőérték általában (lokális vagy globális) minimum, de például egy gömbtükör esetében könnyen találunk olyan esetet, ahol a megvalósuló útvonalhoz egy lokálisan maximális terjedési idő tartozik: ha az r sugarú, belül üres, tükröződő gömbhéjdarab szimmetriatengelyén $d > r$ távolságra lévő pontból kiinduló és a visszaverődés után ugyanoda visszaérkező fény útját keressük, akkor egyszerű geometriai megfontolás alapján is arra jutunk, hogy csak a szimmetriatengelyen haladó (merőlegesen beeső és merőlegesen visszaverődő) fénysugár lehet a megoldás, de ugyanerre jutunk, ha formálisan felírunk bármely lehetséges (egyszerű, tehát oda-vissza egyenesen haladó) útvonalat, és ezek szélsőértékét keressük – ekkor a keresett útvonalhoz a maximális idő tartozik.

1. Az elmúlt órán láttuk, hogy haladóhullámok visszaverődéskor az interferencia következtében *állóhullámok* alakulnak ki. Most a *hullámegyenlet* megoldásaként keresünk állóhullámokat.

Egy dimenzióban $\Psi(x,t) = \varphi(x)\cos(\omega t + \alpha)$ alakban keressük a hullámegyenlet megoldását. Behelyettesítés (parciális deriválások) után a $\frac{\mathrm{d}^2\varphi(x)}{\mathrm{d}x^2} + k^2\varphi(x) = 0$ differenciálegyenletre jutunk. Ennek megoldását már ismerjük: $\varphi(x) = A\sin(kx + \beta)$, ahol k értéke nem független ω értékétől (hiszen $k = \frac{\omega}{c}$), A és β értéke pedig a *peremfeltételektől* függ. A teljes hullámfüggvény ezek után a $\Psi(x,t) = A\sin(kx + \beta)\cos(\omega t + \alpha)$ alakban írható fel.

A peremfeltételeket kifeszített húr (mindkét vége rögzített, csomópont), egyik vagy mindkét végén nyitott síp (levegőoszlop) esetén vizsgáljuk. Részletes leírás és számítás a jegyzet 10.7 fejezetében.

Két- és háromdimenziós esetekben a leírás bonyolultabb. Kétdimenziós állóhullámokat a keddi kísérleti bemutatón láthattak.

2. A fentiek alapján egy rendszer csak meghatározott frekvenciákon, és azok egész számú többszörösein képes rezegni. Megjelennek a fizikában az *egész számok*, pedig a fizikai mennyiségek általában valós számok, az egész számoknak nincs kitüntetett szerepe. (Ennek aztán a modern fizika hajnalán van szerepe: a hidrogén színképében is egész számok jelentek meg, ez vezetett aztán végül a Schrödinger-féle hullámegyenlethez.)

A húros, fúvós és ütős hangszerek ez alapján működnek. A zene és fizika kapcsolatáról a 10.9.2 fejezetben olvashatnak. Ezeket félév végén „lazításként”, „kitekintésként” szoktam elmondani. A kromatikus és temperált skálák ismerete már nem elvárás a vizsgán.

A 10.9.3 fejezetben a hang és fény – két legfontosabb információhordozónk – összevetése is csak egy áttekintés.

3. A Doppler-effektus leginkább az utcán mellettünk elhaladó szirénázó mentőautó vagy sípoló mozdony hangmagasság-változásából ismerjük. A kozmológiai vöröseltolódás is ennek következménye. A 10.8 fejezetben a legegyszerűbb 1D eset van levezetve. A relativisztikus eset levezetését nem kérdezem a vizsgán.

4. Az ultrahangos orvosi diagnosztika a magzatokról készült képek miatt a legismertebb. Ebben a vizsgálati technológiában szinte minden hullámtani jelenség szerepet kap. 10.9.1 fejezet. (Ez se vizsgaanyag, de – remélem – érdekes.)

A **vizsga** (jelenleg úgy néz ki) online lesz, a MS teamsen keresztül.

Ami szükséges a vizsgához: olyan számítástechnikai eszköz (PC, notebook, tablet, okostelefon), amihez van internetkapcsolat, kamera és mikrofon; MS Teams hozzáférés és a Kísérleti fizika 1 csoportban tagság; papír, írószer; szkenner vagy a tableten, okostelefonon megfelelő app a felkészülés végén a vázlat gyors és olvasható szkenneléséhez vagy befényképezéséhez (téglalap alakú, körbevágott kép, .pdf formátumban) és emailben való elküldéséhez.

A vizsgára a Neptunon lehet jelentkezni: legkorábban akkor, amikor megszerezték az aláírást (van legalább elégséges gyakjegyük), és legkésőbb a vizsga napja előtt 12:00-ig, és persze csak akkor, ha van szabad hely. A jelentkezést törölni is legkésőbb a vizsga előtti nap 12:00-ig lehet. Aki nem teljesen magabiztos, az ne az utolsó kiírt vizsganapra jelentkezzen, mert ha az nem sikerül, akkor nincs pótlásra lehetősége (csak júniusban).

Azoknak, akik egész félévben rendesen dolgoztak, jó gyakjegyük van, javasolni szoktam, hogy jöjjenek el a karácsony előtti első vizsganapra, hiszen ők fel tudnak készülni ennyi idő alatt is, és akkor marad még bőven idejük más vizsgákra (és pihenésre) is. De persze ez csak egy tanács, mindenkinek magának kell végiggondolnia és döntenie.

A készüléshez: Próbálják az anyagot *megérteni*, nem „kívülről” megtanulni. A vizsgán a tételhúzás (illetve most az online vizsgán a számítógéppel kisorsolt tétel közlése) után lesz 20 percük, ami alatt felkészülhetnek a két tételből, leírhatják, amit majd el akarnak mondani. Érdemes a lényeget, az alapvető összefüggéseket, a levezetések kiindulópontját és végét megjegyezni + a matekot, amivel a levezetést végig lehet csinálni, kellőképp gyakorolni, tudni *használni*.

Jó tanulást! Akinek kérdése van, írjon!

Vankó Péter