

I. Tér és idő - bevezetés

Bevezetés

Miért fontos a tájékozódás?

Ha azt szeretnénk, hogy ne mások irányítsanak, manipuláljanak minket, akkor meg kell tanulnunk önállóan tájékozódni. Tájékozódni térben és időben, városokban, utakon és az erdőben, a csillagok alapján, térképpel és GPS-szel. Tájékozódni az információk között, az interneten: a „virtuális tér”-ben. Tájékozódni gondolatok és eszmék között.

Ebben a heti egyórás tárgyban a tájékozódás alapjaival ismerkedhetsz meg. A tantermi tanulást kisebb és nagyobb (délutáni vagy hétfégi) „terepgyakorlat”-ok fogják kiegészíteni, és néha a számítógép előtt ülve is körülnézünk a világban. Megtanulhatsz bánni a térképpel, a menetrenddel és a legmodernebb technikával, a műholdas helymeghatározó rendszerrel (GPS) is. Tavasszal megismerkedhetsz egy tájékozódási sporttal: a tájfutással és egy tájékozódási játékkal: a geocachinggel („kincskeresés”-sel).

Hol vagyunk?

Ahhoz, hogy eligazodjunk a világban, először azt kell tudnunk, hogy hol vagyunk. Hogyan helyezhetjük el magunkat a térben és az időben? Einstein 1905-ben megjelent speciális relativitáselmélete óta szokás használni a tér-idő fogalmát, ezzel is kifejezve a tér és az idő nagyon szoros kapcsolatát. Hol vagyunk a tér-időben?

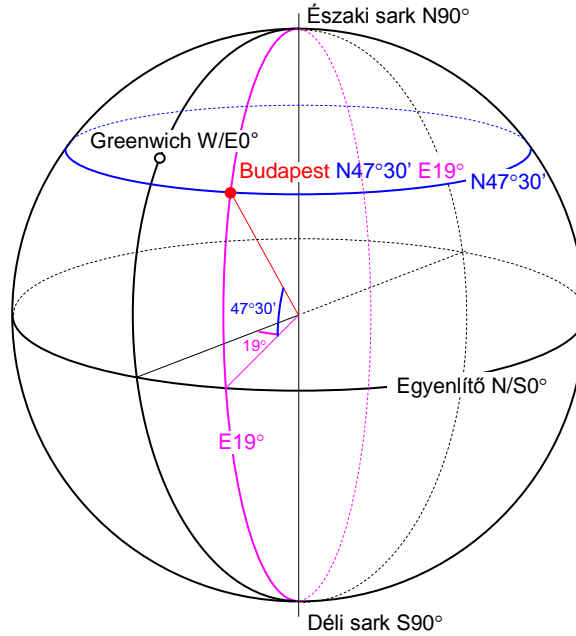
A távolságok és az időtartamok mérésével, a távolság és idő mértékegységekkel a fizika órán ismerkedtünk meg. Azt is láttuk, hogy a kettő szorosan összefügg, hiszen távolságot gyakran úgy mérünk, hogy a fény vagy a hang terjedési idejét mérjük meg, és ebből számoljuk ki a fény- vagy a hangsebesség segítségével a keresett távolságot.

Hol vagyunk a térben?

Ha a helyünket akarjuk megadni, használhatunk csillagászati, földrajzi fogalmakat: az Univerzumban lévő Tejútrendszerben van a mi Naprendszerünk. A Naptól kb. 150 millió km távolságban (ezt nevezzük csillagászati egységnek) kering a Föld. Európában, ezen belül Közép-Európában van Magyarország. Az iskola Budapesten, a III. kerületben, a Nagyszombat utcában van. Ehhez hasonlóan megadhatunk helyeket: Szentendre főterén, a Kékes-tetőn, a Baradla-barlang bejáratánál, Visegrád és Dömös között félúton, a 71-es út 72-es km-énél, a Duna 1704-es folyamkilométerénél... Néha a helyünket egy másik helyhez viszonyítva adjuk meg (az utolsó három példa is tulajdonképpen ilyen): a Művész mozi bejáratával szemben, a Hármashatár-hegy csúcsától 2 km-re észak felé, a Nyugati pályaudvar felett 100 m magasan... Ezeknek a fogalmaknak a segítségével akkor tudunk tájékozódni, ha legalább többé-kevésbé ismerjük őket. Sokszor több helyen is találunk azonos nevű várost, utcát vagy hegyet, ami félreértésre adhat okot. Európán kívüli országokban sokszor a nevek leírása és kiolvasása is gondot okoz.

A Földön a helyek egyértelmű megjelölésére a térképészek többféle módszert is kidolgoztak. Ezek közül eggyel ismerkedünk meg, amely talán a legszélesebb körben használatos. A Föld tetszőleges pontját három adattal (három koordinátával) jellemezhetjük: a „szélesség” és a „hosszúság” két szög érték, a harmadik adat pedig a tengerszint feletti magasság.

Az Árpád Gimnázium koordinátái: N 47° 31,951', E 19° 02,237', 110 m. Az első koordináta azt fejezi ki, hogy az iskola az egyenlítőtől északra (N: Nord) fekszik, és az egyenlítő síkjához képest a Föld középpontjából nézve 47° 31,951'-re „látszik”. A második koordináta azt mutatja, hogy a Greenwichen átmenő délkörtől (délkör: a két sarkon átmenő kör a Föld felszínén) keletre (E: East) vagyunk, és a rajtuk átmenő délkör 19° 02,237'-et zár be a Greenwichen átmenő délkörrel. (1. ábra) A harmadik koordináta egy képzeletbeli felülethez (mintha nem lennének szárazföldek) viszonyított magasságunk.



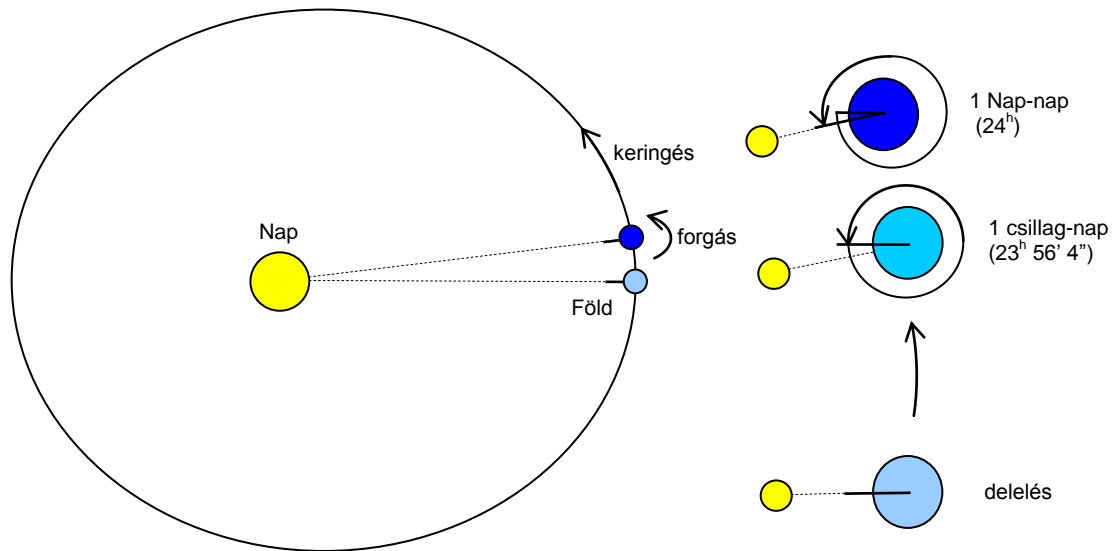
1. ábra A Föld koordinátarendszere

A szélesség betűjele N és S (S: South) lehet, értéke pedig 0°-tól (egyenlítő) 90°-ig (sarkok) változhat. A hosszúság keleti (E) és nyugati (W: West) lehet, értéke 0°-tól 180°-ig változhat. A koordináták alapján könnyen kiszámolhatjuk két pont távolságát. A szélességi fokok egy olyan körön (délkörön) futnak végig, aminek a középpontja a Föld középpontja, így sugara a Föld (átlagos) sugara, kerülete pedig éppen 40 ezer km (a méter régi meghatározása alapján). Eszerint észak-déli irányban 1°-nak a Földön mindenhol $40000:360 = 111$ km, 1'-nek (egy szögpercnek) $111:60 = 1,85$ km, 0,001'-nek 1,85 m felel meg. Kicsit bonyolultabb a hosszúsági fokok átszámolása, hiszen ezek a körök (az egyenlítőt kivéve) kisebb sugarúak és így kisebb kerületűek. Sugarukat szerkesztéssel vagy trigonometriai számítással lehet meghatározni (amit majd később tanultok). Budapest környékén kelet-nyugati irányban 1°-nak 75 km, 1'-nek 1,25 km, 0,001'-nek 1,25 m felel meg.

Az idő

Az idő megadásánál, a hely megadásához hasonlóan használhatunk helyi, a hétköznapi életben használatos és univerzális, a világon mindenhol egységes formákat. A legtöbb időegység egy természetes periódusidőből származik. Az (átlagos) év a Föld Nap körüli keringési idejével (365,24 nap) egyezik meg, a hónap hossza a Hold ciklusaira vezethető vissza, a nap pedig a Föld tengelykörüli forgásával kapcsolatos. A nyugati civilizációban az éveket Jézus (korábban pontatlanul meghatározott) születésétől számoljuk, az évek hosszát (szökőévek) és a hónapokat a Gergely-naptár határozza meg. Oroszországban sokáig a pravoszláv naptárt használták, ezért van máskor Oroszországban Húsvét, és ezért van november 7-én az októberi forradalom évfordulója.

A nap hossza (24 óra) és a Föld forgása között bonyolultabb a kapcsolat. A Föld a csillagokhoz viszonyítva $23^{\text{h}} 56' 4''$ alatt (csillag-nap) fordul körbe a tengelye körül. Ugyanakkor a Nap két delelése között ennél hosszabb idő telik el, mert 1 nap alatt a Föld átlagosan majdnem 1° -ot elmozdul a Nap körül, ezért ennyivel többet is kell forognia, hogy a Nap újra deleljen. (2. ábra) Ebből adódik átlagosan az a $3' 56''$, ami a csillagnapot 24 órára (átlagos Nap-nap) kiegészíti. Azért csak átlagosan, mert a Föld ellipszis pályája és tengelyferdesége miatt ez az idő, és így a napok valódi hossza néhány másodperccel ingadozik. Az óráink persze egyenletesen járnak, a néhány másodperces napi eltérések összeadódnak, és így a Nap delelése egy adott helyen az év folyamán kb. ± 15 perccel ingadozik. Ezt az ingadozást adja meg az úgynevezett időegyenlet (ami valójában egy függvény).



2. ábra Csillag-nap és Nap-nap

A Nap delelése persze nem csak az év folyamán változik, hanem a Föld különböző pontjain is máskor van. Könnyű kiszámolni, hogy kelet felé haladva fokenként 4 perccel korábban delel a Nap. Debrecenben ($E 21^{\circ} 30'$) tehát kb. 10 perccel hamarabb kel fel, delel és nyugszik le a Nap, mint Budapesten. Izlandon ($W 21^{\circ}$) viszont minden 160 perccel később történik. Ha mindenki azt szeretné, hogy a Nap az ő városában (legalább nagyjából) délben deleljen, akkor az órákat minden városban másképp kellene beállítani. Az viszont nagyon bonyolulttá tenné az életet, ha például Budapestről Debrecenbe utazva többször is állítani kéne az órákon. A megoldást az időzónák kialakítása jelenti. Az idő körülbelül 15° -onként (az országhatárokhoz igazodva) ugrik 1 órát, egy zónán belül viszont mindenhol ugyanazt mutatják az órák. Magyarországon Közép-Európai idő van, ami 1 órával tér el a Greenwichi (Nyugat-Európai) időtől. Március végétől október végéig a nyári időszámítás alatt további 1 órával előrébb járnak az órák.

Mikor delel a Nap Budapesten? A zónaidő közepe $E 15^{\circ}$, Budapest $E 19^{\circ}$ -on fekszik: ezért a Nap 16 perccel korábban delel. Ha nem lenne az időegyenlet, akkor téli időszámítás időszakában $11^{\text{h}} 44'$ -kor. Az időegyenlet miatt viszont a delelés időpontja fél 12 és 12 óra között változik. A nyári időszámítás alatt 1 órával később, fél 1 és 1 óra között delel a Nap.

A helyi idők zavart okoznának a nemzetközi rendszerekben. A repülésirányítók, a csillagászok, a számítógépes rendszerek, a GPS egységes Világidőt (UT: Universe Time) használnak. Ez a Greenwichi téli idővel egyezik meg. Így Magyarországon télen $UT+1^{\text{h}}$, nyáron $UT+2^{\text{h}}$ a helyi idő.

Internet - a „virtuális tér”

Az internet virtuális terét hatalmas mennyiségű, folyamatosan változó és bővülő, egymással sokszorosán kapcsolódó „oldal” alkotja. Ezek valódi, térbeli elhelyezkedése (az, hogy hol van az a számítógép, amin tárolva vannak) érdektelen. A számítógépeket egy könnyen megjegyezhető név (például www.arpad.sulinet.hu), illetve egy számsorozat, az IP-cím azonosítja. (Az IP-cím 4 darab 0 és 255 közötti pontokkal elválasztott számból áll. Az iskola szerverének IP-címe: 195.199.222.81.) A weblapok világában az internetes cím (URL: Uniform Resource Locator) segítségével tájékozódhatunk. Az internetes cím azonosítja az oldalt tároló számítógépet, az oldal helyét (könyvtárak vagy mappák) és az oldal nevét. Ennek a lapnak, amit most olvasol <http://mono.eik.bme.hu/~vanko/fizika/tajekozodas/segedlet/tajekozodas1.doc> a címe. Az oldalak közötti közlekedést az egyik oldalról a másikra mutató hyperlinkek teszik kényelmessé. Ha az előző bekezdésben rákattintasz az iskola címére, akkor a géped (feltéve persze, hogy van internetes kapcsolat) megnyitja az iskola honlapjának nyitóoldalát. Ha [ide](#) kattintasz, akkor pedig az Árpád Gimnázium DSK Tájéfutó Szakosztályának honlapját nyitja meg az internet böngésződ. Ugyanazt a weblapot sokféle úton is elérheted. Ezt az oldalt például az iskola honlapjáról pár kattintással megtalálhatod: Az Árpád Gimnázium honlapja → Közöségeink → Munkaközösségeink → Fizika → Tájékozódás → Segédlet (tankönyv helyett) → I. Tér és idő - bevezetés. Közben észrevétlenül átléptél egy másik számítógépre (a műegyetemi monora).

Éppen ezért csak néhány hasznos kiinduló oldal címét érdemes megjegyezni (illetve a saját számítógép „kedvenc”-ei közé felvenni). Ilyen lehet például az iskola honlapja, vagy az egyik legsikeresebb keresőprogram, a Google nyitólapja (google.com). Ha a Google-ba beírjuk például a „MÁV menetrend”, a „térkép”, vagy az „időjárás” kifejezéseket, akkor (sok más oldal mellett) megkapjuk a MÁV internetes menetrendjének (első helyen), a TérképCentrum nyitóoldalának (negyedik helyen), illetve az Országos Meteorológiai Szolgálat honlapjának (első helyen) internet címét.

A csillagos ég

Nem árt, ha az égbolton is eligazodunk! Akkor is, ha a csillagoknak ma már nincs olyan fontos szerepe a tájékozódásban, mint korábban, és sajnos Budapesten a fényszennyezés miatt alig látszanak már csillagok. A Nap állásából, néhány egyszerű csillagkép helyzetéből könnyen beazonosíthatjuk az égtájakat. A csillagos ég szépsége is személyesebbé válik, ha ismerős csillagokat, égitesteket látunk rajta.

A csillagok mozgása az égen látszólagos: a Föld (és a többi bolygó) kering a Nap körül és forog a saját tengelye körül. Ezen kívül a Föld tengelye 25 ezer éves periódusidővel a bűgőcsigához hasonlóan precesszál. Ezekkel a mozgásokkal a fizika órán részletesen fogunk foglalkozni.

Az égbolt látszólagos mozgása ezekből a valódi mozgásokból adódik. Legbonyolultabb a bolygók látszólagos pályája, hiszen ekkor egy mozgó testről (a Földről) figyelünk egy másik mozgó testet, a bolygót - ezzel most itt nem is foglalkozunk. A Nap és a Hold mozgásával, a Hold fázisaival, a fogyatkozásokkal is majd később foglalkozunk.

Legegyszerűbb a csillagok látszólagos mozgása: a csillagos ég, mint egy nagy gömbhéj, ami körülvesz minket, forog a Föld tengelye körül. Ennek a gömbhéjnak két pontja, ahol a Föld tengelye metszi, egy helyben marad. Ezek közül az egyik látszik Budapestről: a Sarkcsillag mindig északi irányban, a horizont (látóhatár) felett kb. $47^{\circ} 30'$ magasságban „látszik”. (Ténylegesen persze csak akkor látszik, ha sötét van és nem felhős az ég.) A másik ilyen pont közelében a „Dél keresztje” csillagkép ragyog, de az csak a déli féltekéről látható.

A többi Budapestről látható csillag a Sarkcsillag körül látszólag körpályán mozog az égen. A Sarkcsillaghoz közeli csillagok mindig a horizont felett vannak, ezek a cirkumpoláris csillagok. Ilyen csillagkép a jól ismert Göncölszekér és a W-alakú Cassiopea is. Ezeket a csillagokat minden évszakban lehet látni. A Göncölszekér segít a Sarkcsillag megtalálásában is, hiszen a „kocsi” oldalának meghosszabbítása a Sarkcsillag felé mutat. A Sarkcsillagtól távolabbi csillagképek csak a nap egy részében vannak a horizont felett. Ha épp akkor vannak fent, amikor a Nap is, akkor abban az évszakban nem látszanak. Így vannak nyári, őszi, téli és tavaszi csillagképek. Az egyik legismertebb téli csillagkép az [Orion](#). Októberben csak késő éjszaka kel fel, a téli éjszakákon viszont estétől reggelig látszik.

Összefoglalás

A *hely*, az *idő*, az *internet* és a *csillagos ég*: négy különböző színtere a tájékozódásnak. Persze keresztül-kasul összefüggenek egymással: kirándulás tervezésekor a *táv* alapján tervezhetjük a szükséges *időt*; futás után viszont az eltelt *idő*ből megbecsülhetjük a megtett *távolságot*; az hogy *hol* vagyunk, meghatározza, hogy *mikor* delez a Nap, mikor kelnek fel a *csillagok*; a *helyzetünk* meghatározásához a *csillagok* segítségével pontos *órák* kellenek (ezért próbáltak egyre pontosabb ingaórákat készíteni a hajósoknak); a GPS *időkülönbségek* alapján méri a *helyünket* (ehhez viszont már atomórák kellenek); az *interneten* pontos *időt*, *térképeket*, *csillag térképeket* találhatunk, megtudhatjuk, hogy *honnán*, *mikor* indul a vonatunk...