

Megjelenik minden hónap tizedikén, harmadfelnagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként fametszetű ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLÖNY.  
HAVI FOLYÓIRAT  
KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a 30 ívből álló egész évfolyam előfizetési ára 5 forint.

65-İK FÜZET.

1875. JANUÁR.

VII. KÖTET.

I. A MESTERSÉGES JÉGKÉSZÍTÉSRŐL.

(Előadott az 1874. november 5-ikén tartott természettudományi estélyen.)

Hogy a vizet jéggé változtathassuk, szükséges azt legalább nulla foknyi hőmérsékig, vagy is a víz fagyó pontjáig lehűtenünk. Ha bőrünket vízzel, borszeszszel, aetherrel vagy más illékony folyadékkal megnedvesítjük, a hideg érzése áll elő. E folyadékok elpárolgása által a hőmérsék csökken, és ez legközelebbi oka annak, hogy hideget érezünk. Ezen egyszerű tény az alapeszméje a jéggépek nagyobb részének. Az újabb tudományak az elpárolgás folyamatát és az ezzel járó hőmérsékcsökkenést igen érdekesen sikerült általános elvekből megmagyarázni. Hogy a *jéggép* működését érthetővé tegyem, iparkodom Önöknek némi fogalmat adni ezen elvekről. Mivel azonban ezek az elvek nagyon elvont természetűek, engedjék meg, hogy figyelmöket egy kis időre igénybe vegyem, mielőtt tulajdonképeni tárgyamról szólok.

\* \* \*

Ha egy kilogram súlyú golyót egy méter magasságra emelek föl, akkor, izmaim erélye által, a nehézség egyenletes húzását az emelés egész útján át legyőzöm, vagy, a mint mondani szokás, bizonyos nagyságú *munkát* végezek. Az erőműtanban a munkának ezen mennyiségét *kilogram-méternek* nevezik. A kilogram-métert a munka mennyiségének mértékeül használják, épen úgy, mint a kilogramot a súly mértékeül szokás használni. Ha ugyanazon golyót egy méter helyett két méter magasságra emelem föl, úgy két akkora munkát végezek, mint az előbbi esetben. A midőn ugyanis a golyót a második méter magasságára emelem föl, akkor másodikban végzek ugyanannyi munkát, mint a mennyit már az első méterig történt fölemeléssel végeztem. Az utóbbi esetben izmaimnak két annyi erélyt kellett kifejteniök mint az első esetben. E munka mennyisége tehát összesen két kilogram-méterre rúg. Ha a

golyót tíz méter magasságra emelem föl, akkor tizszer annyi erélyt kell kifejtennem, és tíz kilogram-méternyi munkát végezek. Ebből látható, hogy a kilogram-méterekben megmért munka mennyiségéből magát az erély mennyiségét becsülhetem meg, mely a munkát teljesítette. Világos, hogy ily módon nemcsak azon erély-mennyiséget mérhetem meg, melyet az izmok kifejthetnek, hanem ugyan ekként bármely más, a természetben nyilvánuló erélynek a mennyiségét is fokozatosan megítélhetem. Egy példa által kívánom ezt fölvilágosítani. Ha egy kilogram súlyú golyót mozsárágyúból oly sebességgel lövünk ki, hogy a golyó az első másodperczben 44 méternyi utat tegyen, akkor e golyó a fölrobbanó löpörtől bizonyos nagyságú erélyt nyert, a mennyiben a mozgó golyó most oly hatásokat képes előidézni, a melyeket nyugvó állapotában nem képes létesíteni. E mozgó golyó nyugvó testeket mozgásba hozhat, azokat elrombolhatja és oly akadályokat, melyek útját állják, legyőzhet stb. Az a kérdés, hogy fönnebb érintett mértékünkkel miként mérhetjük meg e mozgásban lévő golyó erélyét? E czélt egyszerűen az által érjük el, hogy a golyót függőlegesen fölfelé lövjük ki a mozsárból, és így erélye által a nehézség húzását, vagy, ha úgy tetszik, a nehézség ellenállását győzhetjük le vele; ekkor azután csak a magasságot kell megmérnünk, melyre a golyó, erélyénél fogva, fölemelkedett. A kísérlet és számítás egyaránt tanúsítják, hogy a kérdéses golyó az említett körülmények közt 100 méter magasságra repül föl. Itt tehát 1 kilogram súlyú teher 100 méter magasságra emeltetvén, a végzett munka mennyisége 100 kilogram-métert tesz ki. Minthogy az erély mennyiségét a végzett munka mennyiségéből ítélni lehet meg, világos, hogy ily értelemben azt mondhatjuk, hogy fellőtt golyónk erélyének mennyisége 100 kilogram-méter munka által fejezhető ki.

Az erélyt, azaz hatásképességet, melylyel valamely mozgó test, épen ezen mozgásánál fogva, bir, „*mozgási erélyének*“ nevezük, ezt éiesen meg kell különböztetnünk az erélynek egy másik nemétől, melyet mindjárt közelebből fogunk szemügyre venni.

Képzeljünk egy kifelé hajló sziklaormot, melynek csúcsa szélén, 100 méter magasságban, terebélyes fa áll. Vegyünk elő két oly golyót, melyek horoggal vannak ellátva, és mindegyiknek a súlya épen egy kilogram. Képzeljük továbbá, hogy a golyók egyikét a szikla tövében egy mozsárból, mint az elébb, függőlegesen a fa felé fellöjjük, míg a másik golyó a földön heverve marad. A fellőtt golyó kezdeti sebessége, a nehézségnek szünetnélküli huzása által, folyvást kevesbedni fog, míg végre a fa magasságában mozgása teljesen megszűnik, és, tegyük föl, hogy ekkor horgánál

fogva a fa ágaiba fennakad. Most azt kérdezhetjük, hova lett a felröpített golyónak azon mozgási erélye, melyet előbbi eljárásunk szerint 100 kilogram-méterre becsültünk? Ha a fennfüggő golyónak sajátságait a földön heverőével összehasonlítjuk, semmi feltűnő különbséget nem fogunk találni; az egyik épen oly nyugvó állapotban van, mint a másik, mind a kettőnek külseje, súlya stb. egyforma. Fölületes elmélkedés mellett azt mondhatnók, hogy a felső golyó az alsótól semmiben sem különbözik, miből talán azt következtetnők, hogy a függő golyónak mozgási erélye a nehézség húzása által a fölemelkedés alkalmával megsemmisítettett, és ennél fogva ezen erély elveszett, egyszerűen megszűnt létezni. Behatóbb elmélkedés után azonban egészen más eredményre fogunk jutni. A két golyó állapota között ugyanis valóban nagy a különbség. A földön fekvő golyó a nehézség húzása folytán nem jöhet mozgásba, nem eshetik, mert a földdel közvetlen érintkezésben van, és így épen az esés lehetőségének egyik főfeltétele, a golyó és a föld közötti tér hiányzik; hiányzik tehát azon tér, melyen át az esésnek történnie kellene. Egészen másképp áll a dolog a felső golyóval. Ha azt kiakasztjuk és leejtjük, pusztán a nehézség húzása folytán, tehát a nélkül, hogy kívülről már meglévő mozgási erélyt kölcsönöznénk neki, mozgásba jő, és esése alkalmával folyvást növekedő sebességet nyer. Esés közben tehát a golyóban mozgási erély támad, mely, mint fönnebb láttuk, hatásokat hozhat létre. A földről fölemelt, különben nyugvó golyónak ezen képességét, mivel azt lényegileg helyzetének köszöni, „*helyzeti erélynek*“ nevezik. Az erély e neme, mintegy nyugvó állapotban létezik, közvetlenül nem hoz hatást létre, közvetlenül nem végez munkát, de, a föld vonzásának befolyása alatt, bármikor átváltoztatható mozgási erélylyé, mely azután munkát képes végezni. Ha a helyzeti erélynek mennyisége felől tudomást akarunk szerezni, át kell azt változtatnunk mozgási erélylyé, mely által mindenkor munkát végeztethetünk. Az ekként végzett munka mennyiségéből megítélhetjük magának a helyzeti erélynek mennyiségét. E célra elégséges, ha a 100 méter magasságban függő golyót kiakasztjuk, és leesni hagyjuk, ekkor a nehézség befolyása alatt golyónk lefelé fog esni, mozgásba jön, azaz helyzeti erélye mozgási erélylyé változik át. Minthogy a leeső golyónak mozgása lefelé van irányozva, alkalmas gépekre kell mozgási erélyét átvinnünk, ha ezen mozgási erély által, a nehézségerő ellenében, munkát akarunk végeztetni azon célból, hogy azt megmérhessük. A legegyszerűbb ilyen gép az egyenlő karú emeltyű. Ha ilyen emeltyű egyik végére a földön lennmaradt golyót illesztjük, és most a felső golyót 100 méter magasságból úgy ejtjük

le, hogy az az emeltyű másik végébe ütközzék, a leeső golyó másodpercenként 44 méter sebességgel, tehát ugyanazon sebességgel érkezik az emeltyűhöz, mint a melylyel a mozsárból való kilövés első másodpercében fölrepült. A leesett golyó egész mozgási erélye az emeltyű közvetítésével átvitetik a nyugvó golyóra, és ha ezen átvitel veszteség nélkül történik, az egy kilogramos nyugvó golyó a vele közlött mozgási erély által pontosan 100 méter magasságra fog fölropíttetni. Ebből következik, hogy 100 méter magasságban függő, egy kilogram súlyú golyónak helyzeti erélye, munka-mértékben kifejezve, 100 kilogram-métert tesz ki, tehát szigorúan annyit, mint a kilőtt golyó tevékeny erélye volt mozgásának kezdetén.

E fejtegetésekből látjuk, hogy a fölropított golyónak mozgási erélye, fölemelkedése alkalmával, egyenértékű helyzeti erélylyé változik át. A mozgási erély e szerint nem semmisült meg, hanem a nehézségnek ellenkező irányban történő befolyása alatt csak alakját változtatta meg, akkor, a midőn helyzeti erélylyé változott. Ezen új alakban az erély egész mennyisége a fennfüggő golyóban mintegy erőképletként van jelen, mely a golyó esése által bármely pillanatban megfelelő mennyiségű mozgási erélylyé alakítható át.

Az újabb physika bebizonyította, hogy valahányszor mozgási erély valamely vonzó erő hatását legyőzi, és ennek ellenére az egymást vonzó tömegeket eltávolítja, hogy mindezen esetekben a mozgási erély nem vesz el, hanem csak alakját változtatván meg, egyenértékű helyzeti erélylyé alakul át. A nagyobb tömegek látható mozgásán kívül még más alakban is föllép a mozgási erély, a midőn azt hő-, fény-, villámerély stb. névvel jelölik. Az eddigi kutatások eredménye szerint a természetben mutatkozó minden jelenség lényege az erély ezen különféle alakjainak átváltozásán alapszik. Ha bármely természeti jelenségnél az erély egy bizonyos alakja látszólag eltűnik, úgy ezzel egyenértékű erély más alakban tűnik elő, mely alkalmas folyamatok által eredeti alakjába, és pedig veszteség nélkül, visszaalakítható. Más szavakkal, a világ-egyetemben az erélynek meghatározott mennyisége létezik, mely különféle alakban lép föl és szünet nélkül egyik alakból a másikba megy át, de az erély ezen különféle alakjainak összessége, mennyiségüket ugyanazon mérték szerint megmérve, mindenkor ugyanaz. Az újabb tudomány ezen nagy eredményét az „*erély megmaradása*“ elvének nevezik. Ezen elv szerint tehát semmiből erélyt létesíteni, vagy pedig a meglevő erélyt megsemmisíteni lehetetlen, ép úgy mint ezt az anyagra nézve már rég fölismerték.

Ezelőtt a meleg lényegét egész másképp fogták föl, mint azt jelenleg képzeljük. Azt gondolták, hogy a meleg (hő) oly finom

súlytalan anyag, melynek részecskéi a súlyos anyag részecskéi között vannak eloszolva. A mai ismeretek szerint e nézet tarthatatlan. Tudva van, hogy két testnek surlódása által jelentékeny meleg jöhet létre. Így például a sebesen haladó kocsik tengelye, ha rozszúl van kenve, annyira megmelegszik, hogy meggyuladhat. A gyufát dörzsölés által annyira fölmelegíthetjük, hogy meggyulad. Úgyes kalapálás, tehát egyszerű ütések által a vasszőget nagyon meleggé lehet tenni. Ha a meleget anyagnak képzeljük, egyáltalában nem érthetjük meg e jelenségeket, mert nem tudjuk belátni, mikép szaporodhatik a meleg anyaga pusztán a testek mozgása által, és a nélkül, hogy e testekre már egyéb helyről meleg ruháztatott volna át. Minden ide tartozó jelenség azonban nagyon egyszerűen megmagyarázható, mihelyt fölteszszük, hogy a meleg maga nem egyéb mint mozgás, és pedig a testek igen kicsiny, láthatatlan részecskéinek mozgása. Főnebbi elvünk értelmében a fölhozott példánál a nagy tömegek közös látható mozgása tehát átvitetik a surlódó testek láthatatlan részecskéire, úgy hogy az az összes mozgási erély megmarad, és csak más alakot vett föl, t. i. meleggé alakult. Míg egyrészt mozgó tömegek meleget hoznak létre, gyakran azt tapasztaljuk, hogy a meleg látható tömegeket hoz mozgásba. Ez történik péld. a gőzmozdonyoknál, hol a legkisebb gőzrészecskék mozgása, vagy ha úgy tetszik, azok melege, a vasúti vonatok óriási tömegére átvitetik, és azt mint egészet, látható mozgásba hozza. Az itt mondottak földérintésére a légtűz-szerszámmal egy kísérletet mutatok be Önöknek. Ezen eszköz egy nagyon vastag üvegcsőből áll, mely alól el van zárva, fölül azonban nyitva van. E cső nyílásába egy pálcza végére erősített dugó, néhány csepp olajjal megkenve, könnyen, de légzárólag tolható be, mi által a csőben foglalt levegőt nagy mértékben összenyomhatom. Ha kis horoggal a dugasz végén kevés lögyapotot erősítek meg, és most a levegőt lehetőleg gyorsan és nagy erélylyel összeszorítom, mint látják, a lögyapot a csőben, élénk fényfejlés mellett, meggyulad. A levegő erőszakos összeszorításánál a karom által kifejtett jelentékeny mozgási erély a bezárt levegő kis részecskéire átvitetett, melyek által a leghevesebb mozgási állapotba jönnek. Ha a meleg lényegét csakugyan e kis részecskék mozgási erélye képezi, akkor fölfogható, hogy ezen mozgási erély rögtöni szaporítása által az összeszorított levegő melege annyira növekszik, hogy az által a lögyapot meggyulad. Ha a kísérletet megfordítom, és az összeszorított levegőt engedem a dugattyúra hatni, mint látják, a dugattyú a pálczával együtt, melyre erősítve van, a csőből kilöke-

tik, mihelyt kezemet a pálczáról elveszem. A levegőrészecskék láthatatlan mozgása most a dugóra vitetett át, és láthatóvá lett. Érzékeny hőmérő-készülékekkel biztosan ki lehet mutatni, hogy az ezalkalommal kiterjedő levegő hőfoka alább szállott, miből látható, hogy midőn a levegő részecskéi mozgási erélyük egy részét elvesztik, ez a bennük foglalt meleg rovására történt.

Hasonló, de igen szabatos méréseken alapuló kísérletek nyomán azt kell képzelnünk, hogy minden testnek kis részecskéi, úgynevezett tömecsei, szünetnélküli mozgásban vannak. Ha a tömecsek e mozgását melegen hozzávitele vagy látható mozgásnak átruházása által szaporítjuk, úgy hőmérséke fölemelkedik. Megfordítva, ha a tömecsek mozgása átvitetik más testekre, akkor tulajdonkép a test melege fogy, és hőmérséke csökken. Az itt mondottakat röviden a következőképen foglaljuk egybe: *„Ez érezhető, vagyis a hőmérő által kimutatható meleg nem egyéb, mint a testek láthatatlan részecskéinek mozgási erélye.*

Hogy az elpárolgást kísérő lehülés okát tisztábban megérthetővé tegyem, még egy kis időre kérem ki figyelmöket. Megkísérlem, hogy a testek belsejében történő folyamatokról némi határozottabb, habár igen tökéletlen képet adjak Önöknek.

A testek physikai és vegytani sajátságainak magyarázása végett tudvalevőleg föl kell tennünk, hogy minden test rendkívül kis részecskékből áll. E részecskék, melyek kicsinsységüknél fogva nem láthatók, „tömecseknek“ (molekulóknak) neveztetnek. Föl kell továbbá tennünk e részecskékről, hogy mindaddig, míg kölcsönös távolságuk igen csekély, egymást nagy erővel vonzzák, oly formán, mint a súlyos testet a föld vonzása, vagyis a nehézség magához vonzza. Ha a szomszédos tömecsek valamely befolyás által egymástól csak kissé is eltávolíttatnak, úgy a vonzás ereje aránylag nagy mértékben csökken, annyira, hogy ha e távolság észrevehető lett, a vonzás csaknem teljesen megszűnik. Ezen kívül a tömecsekről még azt kell tartanunk, hogy rendkívül rugalmasok, minélfogva, ha egy közülök mozgásba jön, a mozgás kis ütközések által, mint a biliárd-tekéknél, azonnal a szomszédosokra és ezek által tovább a többiekre is egyenletesen átterjed. A fönntmondottak szerint könnyű lesz kitalálni, hogy a tömecsek ezen mozgása nem egyéb, mint maga a meleg. Minden testben bizonyos mennyiségű meleg foglaltik, és ennélfogva azt kell képzelnünk, hogy minden testnek tömecsei szünetnélküli mozgó állapotban vannak. Minél nagyobb a tömecsek mozgási erélye, annál több a testben foglalt meleg, tehát annál magasabb hőmérséke. Viszont, mentől kisebb a tömecsek mozgási erélye, annál kisebb a testben foglalt meleg, és így annál mélyebb annak hőmérséke.

A szilárd és folyós testeknél a tömecsek egymáshoz nagyon közel vannak, és ez okból kölcsönös vonzásuk túlnyomó a mozgási erélyükhöz képest. Különösen a mi a folyadékokat illeti, minden sajátságaik szerint azt kell föltennünk, hogy tömecseik mozgékonyak, és hogy a rezgő mozgáson kívül hengerdő és haladó mozgásuk is van. Ez által, kivált az illékony folyadék tömecsei, számtalan apró lökéseket kölcsönöznek egymásnak, melynek következtében és a mozgékonyaságnál fogva a tömecsek helyöket szüntelenül változtatják, és egymástól eltávolzni törekszenek. Az eltávolzás azonban a folyadék belső tömegében nem jöhet létre, mert a részecskék sűrűn egymás mellett lévén és egymásra mindenfelől vonzást gyakorolván, a teljes szétválás akadályozva van. Képzeljünk azonban valamely illó folyadékot nyílt edényben. A számtalan különféle irányú lökések között sok olyan is fog akadni, mely a folyadék felszine felé van irányozva. Azon részecskék, melyek a folyadék felszínén vannak, nem lesznek a többiek által abban akadályozva, hogy ezen lökések folytán a többiektől elszakadjanak, és bizonyos sebességgel a folyadék fölötti térbe kirepüljenek, azaz, hogy párákká váljanak. Ebben áll az elpárolgás folyamatának lényege, és most már, a főnebbiek szerint, nem lesz nehéz az elpárolgást kísérő lehülésnek okát megérteni. A fölületi részecskék azon mozgási erélyt, melylyel fölropítottatnak, a többi tömecseknek mozgási erélytől kölcsönözik, mialatt azonban e részecskék a többiektől elszakadnak, mozgási erélyük *helyzeti erélylyé* változik, mivel a hátramaradottak vonzását le kell győzniök, épen úgy, mint a mozsárból kilőtt golyónak mozgási erélye helyzetivé változott, midőn a nehézség vonzását kellett legyőznie. *A tömecsek mozgási erélye, azaz a folyadék melege tehát megkevesbedik, a mennyiben annak egy része az elpárolgás alkalmával helyzeti erélylyé alakul át.* Mihelyt azonban a folyadék melege az elpárolgásnál kevesebb lesz, a folyadék hőmérsékének is csökkennie kell, azaz a folyadéknak le kell hűlnie. Noha e folyamatnál a meleg, mint ilyen, eltűnt, mindazáltal el nem veszett, hanem csak más alakot vett fél, t. i. az elpárolgott tömecsekben létező helyzeti erély alakját, és ezen alakban a folyadék gőzében befoglaltatik. Ha ugyanis e gőzt összeszorítjuk, és így a részecskéket ismét arra kényszerítjük, hogy egymáshoz igen közel jőjjenek, ekkor vonzásuk ismét tevékeny lesz, ekkor e részecskék helyzeti erélye ismét egyenértékű mozgási erélylyé, vagyis ugyanakkora melegmennységgé változik át, mint a mekkorából keletkezett, épen úgy, mint ez a magasba fellőtt golyó leesésénél történt.

Valamely illó folyadék elpárlása által a hőmérséknek jelen-

tékeny csökkenését csak akkor idézhetjük elő, ha az elpárolgás lehetőleg gyorsan történik, úgy hogy a folyadéknek ideje ne legyen a környezetből ismét meleget fölvenni. Miután az elpárolgás lényegéről és az ezt kísérő lehülés okáról tudomást szereztünk, nem lesz nehéz azon föltételeket kikutatnunk, melyek alatt az épen érintett cél biztosan elérhető lesz.

Mivel az elpárolgás a folyadék fölszínén történik, világos, hogy az annál gyorsabb lesz, minél nagyobb fölületre terjesztjük ki a folyadékot. Itt látnak Önök két egészen egyenlő nagyságú üveg-ből készült léghévmérőt, azaz egy levegővel telt hévmérő alakú üveg-edényt, melynek nyílt csöve festékekkel színezett víz alá van merítve. Az egyiknek üvegtekéjét kívülről aetherrel nedvesítem meg: mint látják, a teke levegőjének lehülése és összehúzódása folytán a színes folyadék fölfelé emelkedik. Ismétlem a kísérletet a második hévmérővel, miután annak tekéjét finom vászonnal borítottam be, melyet most aetherrel megnedvesítek. A vászonboríték érdes felülete sokkal nagyobb, mint pusztán a sima üveggolyóé; mint látják, a színes folyadék itt sokkal magasabbra emelkedik, mint az előbb, bizonyoságául annak, hogy itt, hol az elpárolgás nagyobb felületen történt, a lehülés is nagyobb lett.

A gyors elpárolgásnak második föltétele a következő fejtegetésekből lesz megérthető. Képzeljünk egy bezárt edényt, péld. egy bedugott palaczkot, félig megtöltve illékony folyadékkal, és fontoljuk meg, a fönnebb mondottak szerint: mi fog az edény belsejében történni? A folyadék fölszínén a részecskék szüntelenül fel fognak röpíttetni a folyadék fölötti szabad térbe, úgy hogy e tér rövid idő múlva az ide és tova lövellő tömecsek által, vagyis a folyadék gőze által, el lesz telve. A kilövellő tömecsek számtalanszor fognak egymáshoz és az edény falaihoz ütközni, és ennél fogva haladó mozgásuk irányát minduntalan meg fogják változtatni, visszaveretnek, mint a biliárdtekék, midőn egymáshoz, vagy a biliárdasztal keretéhez ütköznek. E visszaverődés folytán ismét a folyadékba kerülnek vissza, és itt megsűrítettnek, hogy játékukat újra kezdjék. Ha azt kérdezzük: e szakadatlan elpárolgás és megsűrődés idézhet-e elő lehülést? -- a felelet erre, a fönnebbiek szerint, az, hogy itt lehülés lehetetlen. A folyadék azon részecskéi, melyek elpárolognak, melegcsökkenést idéznek ugyan elő, de mi-helyt a gőzben foglalt tömecsek ismét a folyadék közelébe jönnek és abba behatolnak, a folyadék tömecseinek vonzása által helyzeti erélyük mozgási erélylyé, azaz meleggé változik át; az ekként keletkezett melegnyereség, mint fönnebb láttuk, épen annyi mint az elpárolgás által keletkezett melegveszteség. A kettő



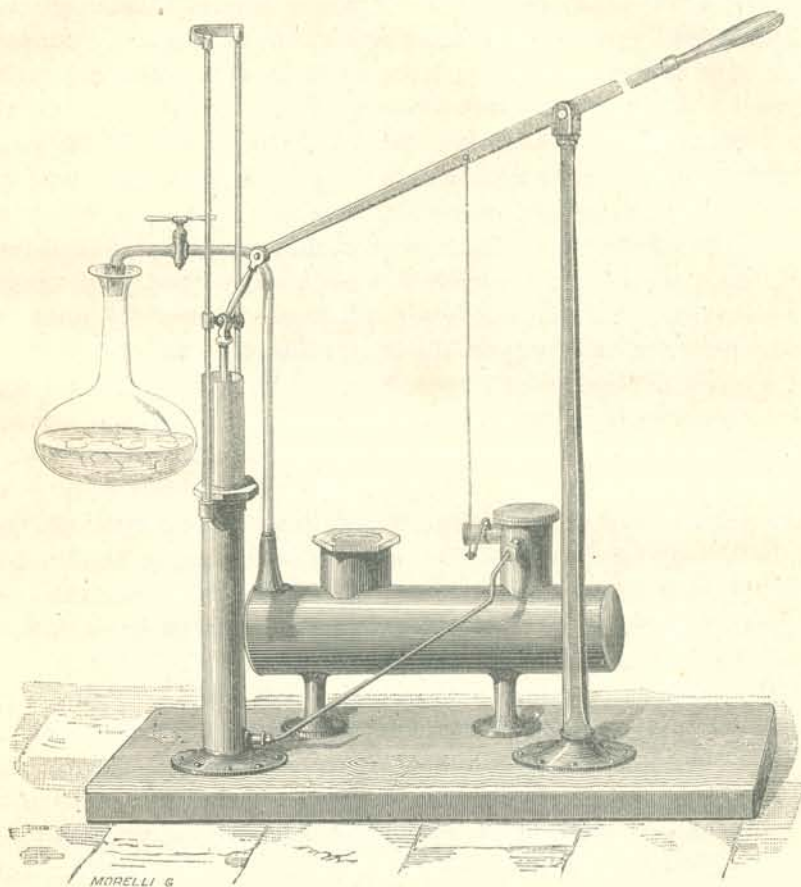
tehát kiegyenlíti egymást, és a folyadék hőmérséklete változatlan marad.

Kisebb-nagyobb mértékben ugyanez történik, midőn a folyadék nyílt edényben párolog el. A keletkezett gőz a felszín fölött gőzborítékot képez, mely azután a további gyors elpárolgást, az előbb érintett oknál fogva, megakadályozza. Ennek bebizonyítására ismétlem azon léghévmérővel a kísérletet, melynek tekéje vászonnal van bevonva. A vászonra aethert öntök, a lehülés folytán a színes folyadék a teke felé fölszivatik, és egy bizonyos magasságban megáll. Ha most a vászonra ráfúvok, és ez által azon gőzréteget elfúvom, mely a vászonon levő folyós aether további elpárolgását gátolta, mint látják, a hévmérő színes folyadéka még jóval magasabbra emelkedik, a mi azt bizonyítja, hogy a lehülés most még nagyobb lett mint az előbbi esetben.

Hasonló oknál fogva lassabban történik az elpárolgás a levegőben, mert a levegő részecskéi szintén némi akadályul szolgálnak az elpárolgott tömecek gyors eltávozásának a folyadék közeléből. Ennélfogva leggyorsabban történhetik az elpárolgás, és így a lehülés is legnagyobb mérvben áll elő akkor, ha a folyadék fölületéről nemcsak a keletkezett gőzrészecskék, hanem a levegő részecskéi is a lehető leggyorsabban eltávolíthatnak, más szóval: az elpárolgás leggyorsabb az üres térben.

Ezt a következő készülékkel mutathatom be Önöknek. (1-ső ábra, a túlsó lapon.) E széles fenekű erős palaczkba néhány centiméter magasságig vizet öntök, és ráillesztem a palaczk nyakát légzárólag azon csőre, mely egy kénsavat tartalmazó vastagabb hengeralakú olomedény nyel közlekedik. Ezen olomedény, másik vége a kürtöszerű kiemelkedésnél egy vékony cső által, határozott légszivattyúval van kapcsolatban. Rövid ideig tartó szivattyúzás után az olomedényből és a palaczkból eltávozván a levegő, mint látják, a víz forrni kezd, épen úgy, mintha tűz fölé helyeztem volna az üveget. Tovább folytatott szivattyúzás által a forrást hosszabb időn át fenntarthatom, mialatt a keletkezett vízgőz a kénsav felszine fölött vezetetik el. A kénsav vegyileg egyesül a vízgőzzel, és azt melegfejlés mellett azonnal cseppfolyóvá változtatja, miáltal az elpárolgó víztömecek folytonosan és gyorsabban távolíthatnak el a folyós víz felületéről, mint azt a szivattyú magában véve tehetné. A víz még mindig forr, és e pillanatban a gyors lehülés folytán, mint látják, jeges tömeggé fagy meg. E kis készüléket, melylyel a kísérletet végbe vittem, a Carréféle jéggépnék nevezik. Ebben a gyors lehülésnek fő feltételeit egyesítve találjuk. A széles fenekű palaczk alján az elpárolgó víz

nagy felületre terül szét, a szivattyú és kénsav hatása által előbb a levegő, később a keletkezett vízgőz folytonosan eltávolítottván, a víz elpárolgása oly gyorsan történik, hogy alacsony hőfoknál forrásba jön. Az elpárolgó víztömegek által a hátramaradt víz részecskéinek mozgási erélye, azaz melege, folytonosan helyzeti erélylyé alakul át. Ennek következtében a hátramaradt vízben a meleg annyira csökken, hogy az jéggé fagy meg. Az elpárolgásnál



1-ső ábra. A Carré-féle jéggép.

eltűnt meleg, vagyis a páratömegek helyzeti erélye, a gőznek a kénsavban való megsűrűdésénél ismét mozgási erélylyé, azaz meleggé változik át, mit az ólomedény jelentékeny megmelegedésén határozottan érezni lehet. E gépnél tehát a szivattyú munkájának közvetítésével a megfagyó vízből elvont meleg átvitetik a kénsavra.

Ha a folyadékok elpárolgása által igen tetemes lehülést akarunk előidézni, úgy a fönnemlítetteken kívül a legfontosabb föl-

tétel, hogy az elpárolgásra oly folyadékot választunk, melynek tömecei lehetőleg csekély vonzást gyakorolnak egymásra. Nyilvánvaló, hogy az elpárolgás, különben egyenlő körülmények mellett, annál gyorsabban fog történni, tehát a lehülés annál jelentékenyebb lesz, mennél kevésbé nehezíti meg a kölcsönös vonzás a tömeceknek szétröpülését, vagyis mint közönségesen mondani szokták, mennél illékonyabb a folyadék. Kellő magas hőmérséknél csaknem minden testet el lehet párolgztatni. Mentől nagyobb azonban az egyes testeknél a tömecek kölcsönös vonzása, annál magasabb hőmérsék fog az elpárolgáshoz megkívántatni. A mondottak értelmezésére az ezüstöt veszem például, mely a fehér izzásnál olvad meg, és csak a legmagasabb hőmérséknél párolog el. Ha oly szénhengerre, melynek egyik vége hatalmas villanytelep tevélegesen sarkával van összekötve, kis darabka ezüstöt tesztek, és ezt szénrúddal megérintem, mely a telep nemleges sarkát képezi, akkor az érintés helyén a villámfolyam a lehető legmagasabb hőmérsékét létesíti, mely mesterséges úton előidézhető. E mellett oly vakító fény keletkezik, melyet a szem elviselni nem képes. A kísérletet ennél fogva kis fémszekrényben hajtom végre, és a szénsarkak előtt csak kis nyílást hagyok, mely elé üveglencsét állítottam. Most látják Önök a távoli fehér falon a két fehéren izzó szénsarok képét. Az alsó szénhenger végén egy csepp megolvadt ezüst vehető észre, mely hevesen forr. A csepp fölött pedig gyönyörű zöldes-fehér fényburkot látnak. Ez nem egyéb, mint az elpárolgó ezüstnek fehérizzásig hevített gőze.

Míg az esüst csak a legmagasabb hőfokoknál képes forrni, azaz gyorsan elpárologni, addig egyéb anyagoknak egész serege mélyebb, némelyek igen mély hőfokoknál is képesek forrásba jönni. Így például:

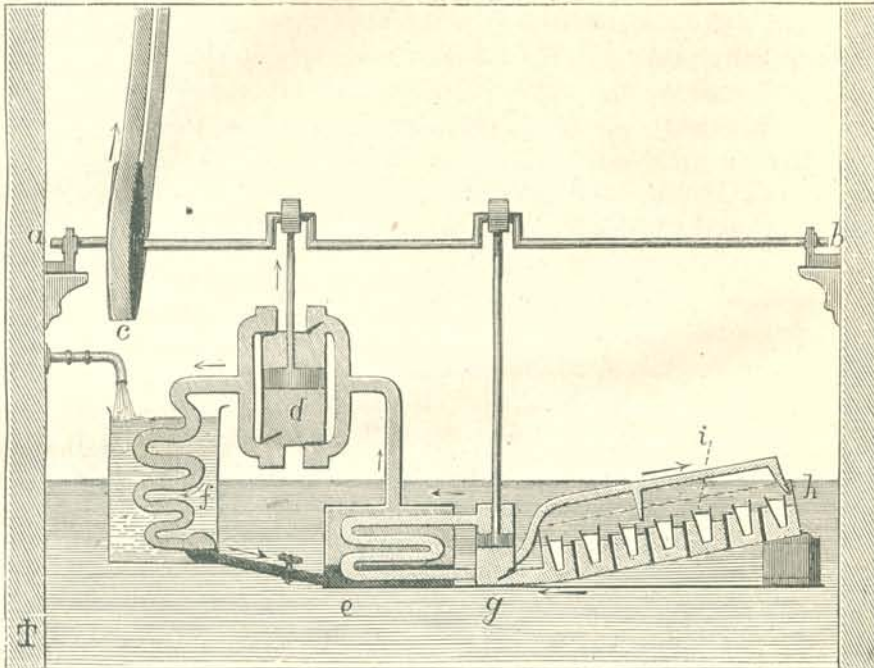
a víz . . . . .	100 C. <sup>o</sup> -nál	a víz fagyó-pontja fölött
az aether . . . . .	35 " a " " " "	" " " " "
folyós ammoniak . . . . .	—33 " a víz fagyó-pontja alatt	" " " " "
folyós szénsav . . . . .	—78 " a " " " "	" " " " "

Ezen nagyon eltérő sajátságokból azt kell következtetnünk, hogy a tömecek kölcsönös vonzása e különféle folyadékoknál annál csekélyebb, mentől mélyebb hőfoknál jönnek azok forrásba. A fönnebb mondottak szerint e folyadékok közül az fog leggyorsabban elpárologni, mely a legmélyebb hőmérséknél képes forrni, ez tehát, különben egyenlő körülmények mellett, a legjelentékenyebb hőmérsék-csökkenést fogja előidézni. E sajátsággal a fölhozott példák közül a szénsav bir a legnagyobb mértékben. Minthogy a folyós szénsav már oly rendkívül mély hőfoknál forr, azt közön-

séges hőfoknál csak erős, bezárt vasedényekben lehet eltartani. Itt tartok ilyen vasedényt, melyben a szénsavgáznak hathatós összenyomása által mintegy 300 gram folyós szénsav szorítottatott össze. A vasedény keskeny végcsövét lefelé irányozva, bedugom egy üres bádgedénybe, melynek oldalán több apró nyílás van, és most kinyitom a csavart, mely a vasedény kis csövét eddig zárva tartotta. Azon hatalmas nyomás folytán, melyet a bezárt szénsav gőze az edényben gyakorol, a folyó rész féktelen zúgással tolatik át a bádgedénybe, hol az nagy fölületre oszolván szét, rendkívül gyorsan elpárolog. E mellett a lehülés oly nagy, hogy egy része az elpárolgó folyós szénsavnak fehér, hönemű testté fagy meg. Hogy milyen mély e hónak hőmérséke, arról csak akkor szerezhetünk tudomást, ha azt higanynyal hozzuk érintkezésbe, és egy kevés aetherrel leöntjük. Az utóbbi azért szükséges, hogy a higany és a szilárd szénsav között bensőbb érintkezést létesíthessünk. E kis üvegcsészébe egy kilogram higanyt öntök, befödöm azt a szénsavhóval, és most aethert öntök rá. Míhelyt az aethert ráöntöttem a szénsavhó suhogó zörejjel párolog el, és a higanyból annyi meleget von el, hogy az megfagy. A higanyt most az edényből, ezüsthöz hasonló fémalakjában, kivehetem és kovácsolhatom. A higany, mint tudva van, a zérus alatti  $-40\text{ C.}^{\circ}$ -nál fagy meg. Minthogy e megfagyott tömeg a meleg teremben több perczig eltartható, ebből következtethetik, hogy hőmérsékének még sok hőfokkal mélyebbnek kell lenni  $-40^{\circ}$ -nál. E kísérletből láthatják Önök, mily nagy jelentőségű az elpárolgás által történő nagy lehülés előidézésére oly folyadékot választani, melynél a tömecsek kölcsönös vonzása csekély.

Noha a szénsav ily nagy lehülést képes létesíteni, mindazáltal eddigelé a többek közt már azon oknál fogva sem használható előnyösen a jéggépekhez, mert a folyós szénsav előállításához rendkívül nagy nyomást kibíró készülékek kívántatnak meg. Azon csekélyebb fokú lehülést, mely a víz megfagyasztásához szükséges, oly kevésbbé illékony folyadékok elpárolgása által is elő lehet idézni, melyeknek gőze sokkal kisebb nyomás által is folyadékká sűríthető, és így újra elpárolgásra vagyis hűtésre használható. Ily folyadékok gyanánt a régiebb Carré-féle és a Kropf-féle jéggépeknél ammoniákot használnak. De a gépeknek e folyadék használatánál még mindig nagy nyomásra és bonyolódottan kell szerkesztve lenniök. Mellőzöm ennél fogva azoknak leírását, és közelebbről csak azon aránylag egyszerűbb, aethergép szerkezetét ismertetem meg, melynek egy kis példánya a m. k. tudomány-egyetem vegytani intézetének tulajdona.

Az ide mellékelt vázlatos rajzból (2-ik ábra) a gép lényeges részei, valamint annak működése fölismerhető. Egy hathatós légszivattyú (*d*) rézcsövek által egyrészt egy fémedénnyel, az úgynevezett *hűtővel* (refrigerator) (*e*), másrészt egy csavaralakú, igen hosszú rézcsővel, a *sűrítővel* (condensator) (*f*) van légzárólag összekötve. A sűrítő egy nagy kádba van állítva, melyen folytonosan hideg víz folyik keresztül. A hűtő és a sűrítő legalsó pontjaikon egy keskeny cső által szintén össze vannak kötve. A hűtőben folyós aether foglaltatik, mely két különféle fajú aethernek az aethyl- és methyl-aethernek elegye. E kétféle aethernek elegye sokkal



2-ik ábra. Az aetheres jéggép vázlatos rajza.

illékonyabb mint a közönséges aethylaether magában véve. Ha gőzgép és a *c* hajtókerék segítségével *ab* tengelyt forgásba hozzuk úgy a légszivattyú (*d*) működni fog. Ez által a már előre légréseztett hűtőben (*e*) az aether igen gyorsan elpárolog. Az aethernek itt keletkezett gőzét a légszivattyú a sűrítőbe préseli át, a hol az a szivattyú nyomása és a vízzel hűtés által ismét folyós aetherre változik át. Ezen megsűrűdött aether az alsó keskeny csövön ismét a hűtőbe (*e*) folyik vissza, hogy ott a szivattyú működése által újból elpárologhasson. Az aether tehát körutat végez, a mennyiben a hűtőben folyvást elpárolog, a sűrítőben pedig foly-

vást megsűrűdik és a hűtőbe visszafolyik. E módon a meg nem szűnő elpárolgás által a hűtőben a hőmérsék a víz fagyó-pontja alá mintegy  $-20\text{ C}^{\circ}$ -ra süllyed.

Az ily módon létesített hideg arra használtatik, hogy a vízben foglalt meleg általa elvonassék. Ez következőkép történik. Egy hosszú favályú, az úgynevezett *fagyasztó (gh)* számos válaszfal által sok apró sejtekre van fölosztva, melyek egymástól el vannak különítve. E kis sejtek mindenikébe ónozott rézlemezből készült igen lapos edények, a *fagyasztó-edények (i)* vannak beállítva, melyek kissé magasabbak a sejt falainál. A fagyasztó-edények tartalmazzák azon tiszta vizet, melyet meg akarunk fagyasztani. A rézedény és a sejtek fala közötti tér az egész vályuban tömény konyhasó-oldattal van megtöltve, úgy hogy a vízes edények egészen körül vannak véve a sóoldattal. A vályú egész hosszában kissé rézsút van állítva, úgy hogy a sóoldat fölöslege a vályú legmélyebb pontján gyülik meg. E legmélyebb ponton a vályú egy cső által a *sószivattyúval (g)* van összekötve. A gőzgép által e kis szivattyú is hajtatik, és ennélfogva a sóoldatot a vályuból kiszivja és egy kigyóalakúlag meghajtott csőbe tolja át, mely a hűtőbe (*c-be*) van elhelyezve. E cső tehát a  $-20\text{ C}^{\circ}$ -ra lehűtött aetherrel van körülvéve. A sóoldat itt mintegy  $-10$  egész  $-15^{\circ}$ -ra lehütetvén, a kigyócső folytatásán, a felső nyíl irányában vezető csövön át, a vályu magasabban fekvő részébe ömlik. Itt egyik sejtből a másikba átfolyik, és a vályu legmélyebb pontján ismét összegyülik, honnét a sószivattyú által újra a hűtőbe tolatik. Ekként a hideg sóoldat folyvást körülöblögeti a fagyasztó-edényeket, a nélkül, hogy azoknak víztartalmához elegyedhetnék, mert a rézedények magasabbak mint az elválasztó sejtfa-  
lak, melyeken a sóoldat átfolyik. A sóoldat a szivattyú működése által tehát szintén körutat tesz, a vályuból a hűtő felé és innét vissza. E célra azért kell sóoldatot használni, mert az  $-20^{\circ}$ -nál sem fagy meg, míg a tiszta víz már  $0^{\circ}$ -nál megfagyna. E körút alkalmával a hideg sóoldat a rézedényekben foglalt víz melegét elvonván, azt néhány óra múlva annyira lehüti, hogy megfagy. A víz melege a sóoldattal a hűtőben az elpárolgó aetherre vitetik át, a hol e meleg az aether elpárolgása által helyzeti erélylyé alakul, és végre a sűrítőben az aethergőz megsűrítése által ismét mint meleg tűnik elő. E meleg, mely a megfagyasztott vízből vétetett ki, a sűrítő kádján keresztül folyó víz által távolíttatik el.

A mondottakból megérthető a jéggép hatásának lényege, mely röviden kifejezve abban áll, hogy a megfagyasztásra szánt

víznek melege, a gép működése által, egy aránylag sokkal melegebb testre, t. i. a sűrítőn keresztül folyó 15 egész +20 fokú vízre vitetik által.

Végül erős fényvel megvilágítva a fehér falra vetítem a jéggép egy kis photographiájának képét, melyet Klösz György úr e célra mesterileg készített. E képből láthatják Önök, hogy a leírt jéggép a valóságban milyen, és hogy egyes részei miként vannak csoportosítva. Első pillanatra észrevehető, miként vannak a gép főrészei, ú. m. a légszivattyú, a hűtő és a sűrítő egy oldalon, a sószivattyú, a hűtő és a fagyasztó a másik oldalon egymással összekapcsolva.

Egyszermind néhány jégtáblát is mutatok be, melyek a fagyasztó-edényekből épen most vétettek ki. Némelyikök tiszta lepárolt vízből, igen lassú fagyasztás által állítottatott elő; mint látják, ezen táblák egészen átlátszók, egyesek azonban szabályosan kifejtett jégkristályokat tartalmaznak belsejükben. A többi táblák közönséges ivóvízből, gyors fagyasztás által állítottak elő. Ezek számtalan zilált jegecz-töredékekből vannak összetömörülve, minélfogva kevésbé átlátszók, inkább porcellánszerű kinézésűek.

Nem szándékom e helyen a jéggépek ipari jelentőségét kifejteni, de engedjék meg röviden érintenem, hogy e gépek a tulajdonképi jég készítésén kívül folyadékoknak és gőzöknek nagy mérvben való lehűtésére is használatnak. Így például a sörözőkben és a szeszgyárakban, hogy velük gyorsabb és teljesebb hűtést eszközöljenek nagyobb vízfogyasztás nélkül. A tenger- és egyéb sósvizek anyalúgjának mesterséges lehűtése által, különösen a mezőgazdaságban is értékesíthető sókat lehet azokból kijegeczesíteni, melyeknek leválasztása más eljárások szerint nem igen volna előnyös. Ha a lehűtött sóoldatot hosszú összekanyarított csöveken átvezetik, melyek a szobák, pinczék vagy egyéb helyiségek mennyezetén vannak elhelyezve, e helyiségeket külső nagy melegben is tetszés szerinti hőfokra lehet lehűteni, mi által e helyiségekben a tartózkodás, kivált tropikus vidékeken, kelemessé válik; a tápszerek és italok, sör stb. ily módon lehűtött nagy raktárakban bomlás nélkül eltarthatók. Ugyanígy hajók rendezhetők be, melyeken tengeren túl levágott állatok húsat romlás nélkül lehet átszállítani stb. E tekintetben a jéggépeknek még nagy jövőjük van. Tudományos czélokra is igen előnyösen használhatók a jéggépek, így péld. vegytani készítmények előállítására, melyek csak mély hőmérsékeknél létezhetnek, lepárlásokra, jegeczesítésekre és a testek physikai valamint vegytani sajátságainak tanulmányozására állandó mély hőmérsékeknél. De különösen előnyös a jéggép a vegyi



tisztaságú jégnek előállítására, mivel a természetben ilyen tiszta jég úgyszólván sehol sem, vagy csak nagy ritkán található. Ily jégnek nagy mérvben való előállítása kiváltképp nagyfontosságú lett azon kísérletekre nézve, melyek a Bunsen által föltalált jégkaloriméterrel hajtatnak végre. E módszernek a jéggép által való biztos használata valószínűleg lehetővé fogja tenni a testek vegyi erélyének meghatározását oly szabatosággal, mint azt az eddigi módszerek szerint elérni csaknem lehetetlen volt, mi a tudományos buvárkodás jelen korszakában a vegytanra nézve a legnagyobb horderejű kérdések egyike. Az egyetem vegytani intézetének jéggépe, e tudományos célok elérésére, és a nyári idényben az egyetemi kórodák jégzükségletének fedezésére szerettetett be.

THAN KÁROLY.

## II. A VÉNUS-ÁTVONULÁS MEGFIGYELÉSÉRŐL,

1874 DECEMBER 8/9-IKÉN.

### I.

A VÉNUS-ÁTVONULÁS MEGFIGYELÉSÉRE a nagy hatalmak között egyedül Ausztria-Magyarország nem küldött expedíciót. Közlönyünk decemberi füzetében bőven le voltak írva ama költséges és nagyszerű előkészületek, melyeket Anglia, Észak-Amerika, Francia-, Német- és Oroszország tétetett, hogy a ritka jelenség a kellő helyen és kellően felszerelve találja a tudósokat. Egyedül Ausztria-Magyarország vonta vissza magát.

Hogy különösen Magyarország miért nem vett részt a nemes versenyben, azt könnyű kitalálni. Míg hazánkban a csillagásztorony romokban hever, s a bicskei gyönyörű gyűjteményből kapott nagybecsű műszerek részint szétszórva, részint pedig romlás- és enyészetnek kitéve lomkamrában hányódnak, míg a meteorologiai intézet — helyszüke miatt, mely a meglevő műszerek föllállítását sem igen engedi — csaknem egészen munkaképtelen állapotban van; míg az európai fokmérésben — mely Magyarország területén nem egy irányban vezet keresztül, mely

tehát bennünket nemcsak közvetlenül érdekel, de ahhoz becsületünk is van kötve — részvételünkkel a bennünket megillető helyet el nem foglaljuk: addig bizony hiúság volna ausztráliai expedíciókra még csak gondolni is, annyival inkább pénzt költeni, melyet — ha volna — itthon gyümölcsözőbben tudnánk befektetni.\*

De hisz talán nem is kellett volna Ausztráliába küldeni a magyar expedíciót, mikor az átvonulás az ország keleti részén, nevezetesen Erdélyben is látható vala? Igaz, hogy péld. Kolozsvárott december 9-ikén napköltékor vagy egy negyedóra hosszat a Vénus még a Nap karimáján volt; de minthogy ott a jelenségnek csakis a legvégét lehetett a legkedvezőtlenebb körülmények között megfigyelni, ezért nem lett volna érdemes egy országos expedíciót felszerelni.

Így tehát könnyen megeshetett volna, hogy Magyarország határain belől senki sem észleli komoly szándékkal azt a fekete foltot, mely de-

\* V. ö. Term. tud. Közlöny, 3-ik kötet, 396-ik l.





# Creative Commons License Deed

**Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)**

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



## A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

## Az alábbi feltételekkel:



**Nevezd meg!** — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



**Így add tovább!** — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

## Az alábbiak figyelembevételével:

**Engedélyezés** — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhetsz](#).

**Közkinccs** — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

**Más jogok** — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.