

55388

ÉRTEKEZÉSEK  
A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.  
KIADJA A M. TUDOMÁNYOS AKADEMIA.  
A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF,

OSZTÁLYTITKÁR.

I. SZÁM. 1870.

AZ

ÁLLATI MUNKA

ÉS

ANNAK FORRÁSA.

DR. SAY MÓRICZ,

L. TAGTÓL.

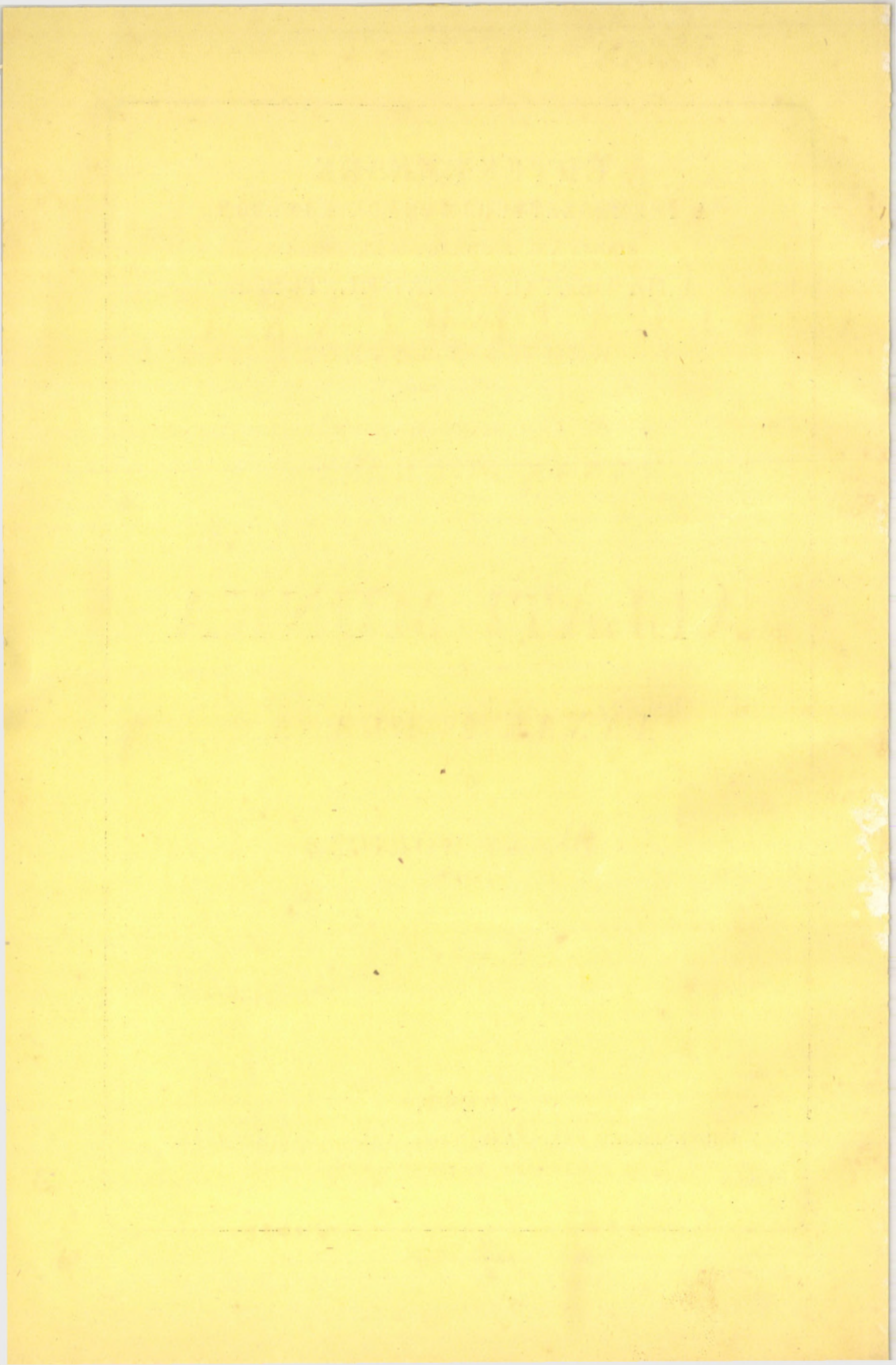
Ára 10 kr.



PEST,

EGGENBERGER FERDINÁND MAGY. AKAD. KÖNYVÁRUSNÁL.

1870.



AZ  
ÁLLATI MUNKA

ÉS  
ANNAK FORRÁSA.

---

SZÉKFOGLALÓ ÉRTEKEZÉS

DR. SAY MÓRICZ

LEV. TAGTÓL.

---

PEST.

EGGENBERGER FERDINÁND M. AKAD. KÖNYVÁRUSNÁL.

1870.

SZEK  
DUPLUM

## Az állati munka és annak forrása.

SZÉKFOGLALÓ ÉRTEKEZÉS DR. SAY MÓRICZ LEVELEZŐ TAGTÓL.

(Olvastatott a M. T. Akadémia 1870. április 11-kén tartott ülésében.)

„A hő és a munka egyenértékűek.“ Ezen tétel képezi tudomás szerint az erőművi hőelmélet kiindulási pontját. — Ha a hő és a munka értékeit össze akarjuk hasonlítani, akkor mértékegységre van szükségünk, mely a mérést, és ennek folytán az összehasonlítást lehetővé teszi. A hő nagyságát, mint minden erő nagyságát, hatásából ítéljük meg; tízszer akkora hatást bizonyára tízszer akkora hő fog előidézni. Valamint méréseinknél általában önkényű egységeket használunk mértékül, melyek a közmegállapodás útján jutnak érvényre, úgy a hő mérésénél is ilyen önkényű egység szolgál mértékül. — Ugyanis közmegállapodás szerint hőegység alatt azon hőmennyiséget értjük, mely 1 kilogramm víznek  $0^{\circ}$  Cels.-ról  $1^{\circ}$  Cels.-ra, vagy a  $30^{\circ}$  Cels.-t el nem érő hőmérsékletnél  $n^{\circ}$  Cels.-ról  $n + 1^{\circ}$  C.-ra való megmelegítésére szükségeltetik.

Munka alatt az erőműtanban azon fogalmat értjük, ha az erőnek, például nyomásnak vagy húzásnak támadási pontja az erő irányában bizonyos utat meghalad. Ebből látható, hogy a munka nagyságát sem egyedül a nyomás nagyságát mutató súlymértékkel, sem egyedül az út nagyságát, hosszát mutató hosszmértékkel ki nem fejezhetjük. E kettőnek szorozmányából származik azon mérték, melylyel a munka nagyságát megítélhetjük. A munka nagyságának ily módon való becslése a mindennapi eljárások közé tartozik. A sinekre nyomást gyakorló bizonyos mennyiségű árunak tovaszállításánál a vasutakon az áru súlya, és az út hossza irányadó, ezen két tényező szorozmánya képezi azon munkát, melyet a mozdonynak el kell végezni, melyért azután a vasuti igazgatóság díjat követel.

A munka mértékegysége közmegállapodás szerint *a kilogramméter*, azaz azon munka, mely 1 kilogrammot 1 méter magasra emel. 5 kilogrammot 12 méterre, 12 kilogrammot 5 méterre, vagy 4 kilogrammot 15 méterre emelni egyenlő munka; a munka nagysága ezen esetekben mindenkor 60 kilogramméter.

A hőegységnek a munkaegységgel való összehasonlítását, vagyis a hőegység munkaértékének meghatározását számos éleselmű kísérletek, melyek igen különböző irányúak voltak, lehetővé tették. — Mayer és Clausius Regnault, Moll és Van Beck kísérletei nyomán a levegő természettani tulajdonságai-  
ból, Colding és Joule külön-külön a surlódásból, Clausius a gőzgép munkájából, Favre a delevillamgépeknek hőfejlesztéséből, Boscha, Clausius és Weber külön-külön a zársodronynak a villamfolyam által való megmelegedéséből, Joule az indított villamfolyam hőfejlesztéséből, Hirn a szilárd testek ütközéséből határozták meg a hőegységnek munkaértékét.

A talált értékek a kísérletek szétágazó irányához mérten kissé eltérnek ugyan egymástól, a mennyiben a hőegység munkára változtatva Colding szerint 372, Joule szerint 452 kilogramméter munkának felel meg. Ha a Colding által talált értéket, mint a mely a surlódás-okozta hő által a szilárd testekben eszközölt kiterjedés megmérésére támaszkodott, tehát nagy pontosságra igényt nem tarthat, tekinteten kívül hagyjuk, akkor a többi kísérletek szerint a hőegységnek munkaértéke 400 (Clausius, Quintus Icilius) és 452 (Joule) kilogramméter közé esik.

Ezen kísérletek közül azok a legmeggyőzőbbek, és legmegnyugtatóbbak, melyek a hőegységnek munkaértékét 424 kilogramméterben állapították meg.

Azon érvelés, melynek alapján a föntebbi érték a levegő tulajdonságából Mayer által már 1842-ben leszámaztatott\*), annyira egyszerű és meggyőző, hogy daczára azon veszélynek, mely engemet az által fenyeget, hogy a t. Akademia türelmét olyan dolognak előadásával veszem igénybe, mely már

\*) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1842. XLII. 240.

a tankönyvekben előfordul, azt mégis azon czélből, hogy mentül tágabb körökben megismertessék, röviden előadom.

Ha valamely állandó léget  $1^{\circ}$  Cel.-sal magasabbra hevítünk, akkor annak tére  $\frac{1}{273}$ -dal fog növekedni, föltéve, hogy a kísérlet tartama alatt a nyomás nem változott; *változatlan nyomásnál való fajhőnek* nevezzük azon hőt, mely ezen czélnak elérésére szükséges. Ha ugyanezen kísérletnél a lég a kiterjedésben gátolva van, tehát téremét a hevítésnél nem változtathatja, akkor ugyanazon czélnak elérésére, vagyis a légnek  $1^{\circ}$  C.-sal fölebb való hevítésére kevesebb hőre leend szükség; ezen hőmennyiség *a változatlan téremnél való fajhőnek* neveztetik. — Ezen két fajhőnek különbsége az, mi az első esetben a melegeedésen fölül *a kiterjedést* okozta. Kiterjedést idézvén elő ezen hő, az helyesen kiterjedési hőnek nevezhető.

Az állandó légek kiterjedési hője Dulong\*) kísérleteiből kitetszőleg egyenlő. 760 m. m. légsúlymérői magasságnál és  $0^{\circ}$  C.-ról  $1^{\circ}$  C.-ra való hevítésnél a kiterjedési hő 0.0691 hőegységnek felel meg.\*\*)

A levegő tudomás szerint két állandó légnek: a légeny-  
nek és éleny-  
nek keveréke. Képzeljünk most már magunknak olyan edényben, melynek keresztmetszélyene 1 négyszög-  
méter 760 m. m. higanynyomásnál és  $0^{\circ}$  C.-nál 1 kilogramm  
levegőt, melyet a külső levegőtől minden surlódás nélkül kép-  
zelve zárjon el egy fődél, akkor ezen fődél az edény feneké-  
től  $\frac{1}{1.2932}$  méternyi távolságban leend, mert 1 köbméter levegő  
sulya a föntebbi körülmények között 1.2932 kilogramm le-  
vén, 1 kilogramm levegő  $\frac{1}{1.2932}$  köbmétert fog kitölteni. —  
Képzeljük magunknak ezen levegő tömegét  $0^{\circ}$  C.-ról  $1^{\circ}$  C.-ra  
hevítve, akkor téremének  $\frac{1}{273} = 0.003665$ -tel kell növekedni  
minek következtében a fődél az előbbi helyzetéből  $\frac{1 \times 0.003665}{1.2932}$   
méternyi magasságra fog emelkedni. A levegő nyomása 760  
m. m. higanymagasságnál és  $0^{\circ}$  C.-nál egy négyszögméterre  
10334.5 kilogramm, tehát a levegő kiterjedése által végbevitt

\*) Pogg. Ann. 1829. XVI. 476.

\*\*) Ann. d. Chem. u. Pharm. CXVIII. 116.

munka nagysága  $\frac{1 \times 0.003665 \times 10334.5}{1.2932}$  kilogramméter. Mint-hogy pedig az ezen munkára fölhasznált kiterjedési hő 0.0691 hőegységnek felel meg, tehát a hőegységnek megfelelő munka-érték  $= \frac{1 \times 0.003665 \times 10334.5}{1.2932 \times 0.0691} = 423,85$  kilogrammeter; vagy is azon hő, mely 1 kilogramm vizet 0° C.-ról 1° C.-ra melegít, 423,85, vagy kerekszámban 424 kilogramméter munkát képes végbevinni, miből meg viszont az következik, hogy 1 kilogramméter munka 1 kilogramm vizet  $\frac{1}{424}$ ° C.-ra vagy  $\frac{1}{424}$  kilogramm vizet 1° C.-ra képes melegíteni.\*)

A vegyfolyamok igen jó hőforrások; az életből merített példákban csak a mésznek vízzel való vegyülésére, és az égő testek hőfejlesztésére akarok utalni. A főntebb előadottak folytán a vegyfolyamok mint hőforrások igen jelentékeny munkát képesek véghezvinni. Favre és Silbermann\*\*) kísérletei megerősítették a Hess által kimondott azon tételnek helyességét, hogy a vegy képződésénél a fejlődő hőmennyiség egyenlő, akár közvetlenül egyszerre, akár közvetve és egymásután történjék a vegyülés. Az idevágó meggyőző kísérletek egyikét Favre és Silbermann az angol kénsavval vették végbe, mely tudomás szerint vízzel keverve igen meghevül. Kísérletük szerint az angol kénsav az első  $\frac{1}{2}$  tömecs vízzel való keverésnél 36.7 hőegységet, a második  $\frac{1}{2}$  tömecs vízzel való keverésnél pedig 28.3 hőegységet, és végre közvetlenül egy egész tömecs vízzel való keverésnél 64.7 hőegységet fejlesztett, mi a két előbbi hatásnak összegétől csakis 0.3 hőegységgel különbözik, tehát bátran a kísérleti hibára róható.

Vonatkozással a hőfejlesztésre, különösen azon vegy-folyamok érdekelhetnek bennünket, melyek az égékeny anyagoknak élenyvel való közvetlen, heves vegyülése, az égés közben, vagy azoknak az élenyvel való lassú vegyülésénél mennek végbe. — A szénnek heves élenyülésénél vagyis

\*) Naumann Thermochemie 1869. 18.

\*\*) Jahresbericht d. Chem. 1852. 22.



égésénél fejlődő hőt részben munkára változtatva látjuk a gőz és a caloricus gépekben dolgozni, az állatok által végbevitt munka is ilyen vegyfolyamoknak köszöni eredetét.

A gőzgépeknél a szolgáltatott munka az elégetett szénnek mennyiségével bizonyos arányban van; így vagyunk az állati munkával is, melynek a megemésztett tápszerez mennyiségével szintén bizonyos arányban kell állni.

A tápszereket rendszeren két osztályba szoktuk sorolni; a fehérnyeszerű légenyirtalmúakat vér- és izomképzőknek (plastische Nahrungsmittel) a légenyimenteseket pedig, mint például a keményítőt, zsírt, cukrot, légzési anyagoknak (Respirationsmittel) nevezzük, minthogy ez utóbbiaknak az állati szervezetre való értéke azoknak a légzés által, eszközölt élenyülése következtében jut érvényre.

Minthogy az állati munka az izmok működésében találja kifejezését, meglehetősen általánosan el volt terjedve Liebignek\*) azon nézete, hogy az állatok munkaképessége az izmok képezésére szolgáló légenyirtalmú tápszerek mennyisége által föltételeztetik. Az állati munka forrására vonatkozólag ezen nézet igen jelentékenyen módosult. Nincsen physiolog, ki azt állítaná, hogy az izom munkateremtő. Az izom az állati testben úgy tekinthető, mint a mozgékony gépnek egyes része, mely csak akkor mozog, ha valamely külerő által mozgattatik. A gépnek részei munka közben az elhasználásnak vannak alávetve, a gőzgép kazánját és annak többi részét időnkint újítani kell, s így vagyunk az állati izommal is, mely az állat életében szakadatlan működésben van, tehát már ezért is jobban alá van vetve az elhasználásnak, mint a néha szünetelhető gép. A gépek részei nagy szilárdságú fémekből készülnek, melyekéhez képest az állati izom szilárdsága alig jöhet tekintetbe. Ha ennek daczára mégis az a rendeltetése a gyenge izomnak, hogy az állat életében szakadatlanul működjék, igen természetes, hogy azt az állatnak az elhasználástól óvni kell, a folytonos munka az elhasznált géprészek folytonos pótlását igényli. — Igen érdekes ez irányban azon lényeges különbség, mely a géprészek

\*) Chemische Briefe. 30.

és az állati izom közt mutatkozik. A géprészek azon mértékben, a mint azok nagyobb munkát végeznek, jobban alá vannak vetve az elhasználásnak, és sürűbben igénylik a megújítást; nem így az állati izom, mely Voith és Pettenkofer\*) meg Fick és Wislicenus\*\*) észleléseiből kitetszőleg egyenletesen ujul meg, akár megfeszített munkát visz az végbe, akár pedig lassan és kényelmesen működik. Ezen izompótlást a légyentartalmú tápszerek eszközlik. Arra azonban, hogy az izmok munkát végezhesenek, szén- és könenytartalmú anyagok élenyülése szükséges, mely közvetve az izmok által épen oly módon jut munkaérvényre, mint a hogy a gőzgép a kazán alatt égő szén hője által működik.

A kazán alatt égő szén, teljes élenyülése után szénsav és víz alakjában illan el a kürtön, míg ugyanekkor a kazánnak elhasznált része vasrozsdává válik. A szén- és könenytartalmú tápszerek az állati testben való teljes élenyülésük után szintén szénsav és víz alakjában válnak abból ki, az elhasznált izom légenye pedig kiválóan carbonylamid alakjában. Minthogy a szénsav, víz és a carbonylamid mennyiségeit képesek vagyunk pontosan meghatározni, tehát biztos mértékünk van ezen anyagokban az állati szervezetben élenyülő szén és köneny mennyiségének meghatározására, valamint arra is, hogy mennyi izom pótolgatott bizonyos idő alatt az állati szervezetben.

Ha képes volna az állati szervezet a tápszerek élenyülési vegyfolyama alatt fejlődő hőt teljesen munkává változtatni, akkor igen könnyű volna előre megállapítani, hogy mennyi és milyen tápszer szükségeltetik valamely ismert nagyságú izommunka teljesítésére. — Azonban valamint a gőzgépeknél az égő szén hőjének csak kis része, Zeuner\*\*\*) szerint csak 0.0716-oda jut munkaérvényre, úgy az állati szervezetben is Heidenhain†) szerint a tápszerek élenyülésé-

\*) Ann. d. Chem. u. Pharm. CXLI. 295.

\*\*) Chem. Centr. 1867. 769.

\*\*\*) Zeuner. Grundzüge der mech. Wärmetheorie 1860. 123.

†) Jahresbericht der Chemie 1866. 731.

nél fejlődő hőnek mintegy fele változik tényleges izommunkává.

Ha már most a tápszerek élenyülése által származó munka nagyságát meg akarjuk ismerni, akkor az előzmények szerint meg kell tudnunk, hogy mennyi hő fejlődik a kérdéses tápszerek élenyülése alkalmával.

Fick és Wislicenus kísérletei által indítva, Frankland\*) a tápszerek élenyülése által fejlődő hő nagyságát néhány érdekesebb anyagra nézve oly módon határozta meg, hogy az anyagnak pontosan lemért, mintegy 2 grammnyi mennyiségét 19.5 gramm chlorsavas káli, és 2.5 gramm mangán-füleggel keverve, vízzel környezett kis rézharang alatt levő rézcsőben elégette, és a harangot környező, megmért hűtővíznek megmelegedését meghatározta. Ennek alapján a szükséges correcturák tekintetbe vételével hőegységekben fejezte ki a nyert értékeket.

Mint hogy a fehérsye és az izomrost a szervezeten keresztülmenve súlyuknak mintegy  $\frac{1}{3}$ -ban carbonylamiddá változnak, tehát ezen, és az ezekhez hasonló anyagoknak a szervezeten való átmenete alkalmával a képződő carbonylamid mennyiségének megfelelő hőegységeket az anyagnak tökéletes élenyülése által nyert hőegységek mennyiségéből le kell vonni. Ez által tudjuk meg, hogy az illető anyagok az állati szervezetben tényleg mennyi hőt fejlesztettek.

Ezen célznak elérhetésére Frankland a carbonylamid elégetésénél fejlődő hőt a fentebb említett mód szerint szintén meghatározta, és így képes volt azon hőt kiszámítani, melyet a kísérlet alá vett tápszerek az állati testben való élenyülésükénél fejlesztenek.

---

\*) Chem. Centr. 1867. 774.

## Frankland kísérletei középértéke szerint.

			éleben	elégve	
			hőegységet	kilogram-	Az állati testben élelyülve
				méter	kilogrammeter munkát ad
1 grm	24%	vizet tartalmazó chester sajt	4647	1969	1846
"	73	" " burgonya	1013	429	422
"	82	" " alma	660	280	273
"	—	" " zabliszt	4004	1696	1665
"	—	" " buzaliszt	3941	1669	1627
"	—	" " borsóliszt	3936	1667	1598
"	—	" " rozsliszt	3813	1615	1591
"	—	" " arrow root (kemé- nyítő)	3912	1657	1657
"	44	" " kenyérbél	2231	945	910
"	—	" " kenyérhéj	459	1888	—
"	70.5	" " ösztövéres mar- habus	1567	664	604
"	70.9	" " borjúhus	1314	556	496
"	54.4	" " ösztövéres főtt sódar	1980	839	711
"	86.3	" " tojásfehérnye	671	284	244
"	47.0	" " tojás sárgája	3423	1449	1400
"	87.0	" " tej	662	280	266
"	86.0	" " fehérrepa	527	223	220
"	88.5	" " kelkáposzta	434	184	178
"		fehércukor	3348	1418	1418
"		írósvaj	7264	3077	3077
"		halzsir	9107	3857	3857
"		marhafaggyu végre	9069	3841	3841
"		carbonylamid	2206	934	—

Ezen táblázatra vonatkozólag megjegyzendő, hogy itt a hőegység nem 1 kilogramm, hanem 1 gramm vízre vonatkozik, tehát a hőegységek rovata alatt felsorolt számok 100-al osztandók, hogy azon hőegységgel, mely 1 kilogramm vizet vesz alapul, összehasonlíthatók legyenek. Az utolsó rovatnak számai az által nyertettek, hogy az illető tápszer légenytartalmának megfelelő carbonylamid elégségi hője az eredeti anyag elégségi hőjéből levonatott; a maradék szorozva a 424 kilogramméter munka egyenértékkel, vagy jelen esetben a hőegységnek 1 grm. vízre való vonatkoztatása folytán 0.424 kilogramméterrel, adja azon munkaképességet, melyet ezen anyagok az állati szervezetben való élenyülésük alkalmával fejlesztenek. — A táblázatban látható, hogy az arrow root (keményítő), a cukor, az írósvaj, a halzsír és a marhafagygyú, mely két utóbbi a zord északon tápszerűl is szolgál, a szervezeten keresztül hatva, ugyanazon hőt, illetőleg munkát szolgáltatják, mint közvetlen elégséjükkor, mert légenyt nem tartalmazván, belőlük carbonylamid nem is képződhetik.

Fick és Wislicenus\*) önmagukkal végbevitt kísérlet alapján bebizonyították, hogy az izomelhasználás a megfeszített munkánál csak akkora vagy alig észrevehetőleg nagyobb, mint a nyugalom alatt. A nevezett tudósok által végbevitt munka az 1956 méter magasságú Faulhornnak megmászásából állott, melyet 3 óra 10 percz alatt teljesítettek. Az izomelhasználás megítélésére, mint már fentebb említettett, a leválasztott carbonylamid mennyisége szolgált mértékül. A megmászásnál fölhasznált munkanagyság minimumát nevezett két tudós kettejüknek középértékéből 343924 kilogramméterre számította ki, míg az elhasznált izom anyagának élenyülése által fejlesztett erő (Frankland kísérleteit véve alapul) 68533 kilogrammétert teszen, mi az összes fölhasznált erőnek csak mintegy  $\frac{1}{5}$ -de. Ennek folytán a teljesített munkának  $\frac{1}{5}$ -de nem a légenytartalmú, hanem a légenymentes anyagoknak élenyülése által szolgáltatott.

\*) Chem. Centr. 1867. 769.

Másrészt Pettenkofer és Voith<sup>\*)</sup> is kimutatták, hogy a nyugvó és az erős munkát végező ember carbonylamid-váladékra változatlanul egyenlő, ellenben a szénsav- és vízváladékok, melyek a légenymentes anyagok élenyülése által képződnek, a munkavégzés alatt igen jelentősen növekedtek. Az észlelésre szolgált 28 éves egészséges munkásnak

szénsav váladék	a nyugvó napon	911.5 gr,	a dolgozó napon	1284.2 gr.
víz	"	"	"	"
carbonylamid	"	"	"	"

tehát az erős munkánál a szénsavváladék 1.4-szer, a vízváladék 2.5-szer volt nagyobb mint a nyugvásnál, a carbonylamid-váladék pedig mindkét alkalommal egyenlő volt.

Mindezeket összefoglalva azt láthatjuk, hogy a légeny-tartalmú, fehérnyeszerű tápszerek az állati szervezetben főleg az izmok épentartására szolgálnak, de azon munkát, melyet ezen izmok végeznek, kiválóan a légenymentes anyagok élenyülése szolgáltatja.

Az állatok és növények közötti lényeges különbséget az önkényű mozgás jellemzi, mi az állatok sajátja. A mozgás munka, mely közvetve egyenértékű anyagélenyülés által vitédik végbe. A leglomhább állat is évenként mintegy 40-szer annyi tápszert emészt meg, mint a mekkora az év végén változatlan test sulya, ezen tápszernek nagyobb része azon munkává változott, melyet az állat az éven át végbevitt.<sup>\*\*)</sup>

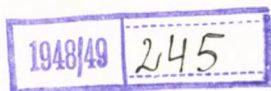
A növények nélkülözik a mozgás önkényűségét, ezek munkát közvetlenül nem végeznek, de az által hogy szerveikben a kora tavasztól a nyár derekáig, sőt néha a késő őszig, tehát igen hosszú időn át a nap fényének és hőjének behatása alatt a levegőnek és földnek alkatrészeiből olyan vegyeket képeznek, melyeket az állati szerv néhány óra alatt megemésztve hőre, és így munkára változtat, ők azok, melyek hosszantartó és csendes működésük által erőt gyűjtve a természet háztartásában mint az erő tárházai szerepelnek.

Ha végre azon gép, melyben a növények által hosszú időn át összegyűjtött erő izommunkában találja értékesíté-

<sup>\*)</sup> Annal. d. Chem. u. Pharm. CXLI. 295.

<sup>\*\*)</sup> Liebig. Chemische Briefe. 30.

sét, bármely ok következtében fölmondja a szolgálatot, akkor mutatkozik annak gyarlósága a legtisztábban, mert míg a megromlott gőzgépet kijavítása után ismét mozgásba hozza a kazán alá rakott tűz, ez az állati szervezetnél nem lehetséges. Ha az állati szervezetben a folytonos munka helyett szünet áll be, akkor ezen szünet állandó leend. — Ezen szünet a halál, és tudjuk, hogy nincs Prometheus, ki az élettelen anyagba éltető tüzet hozna.

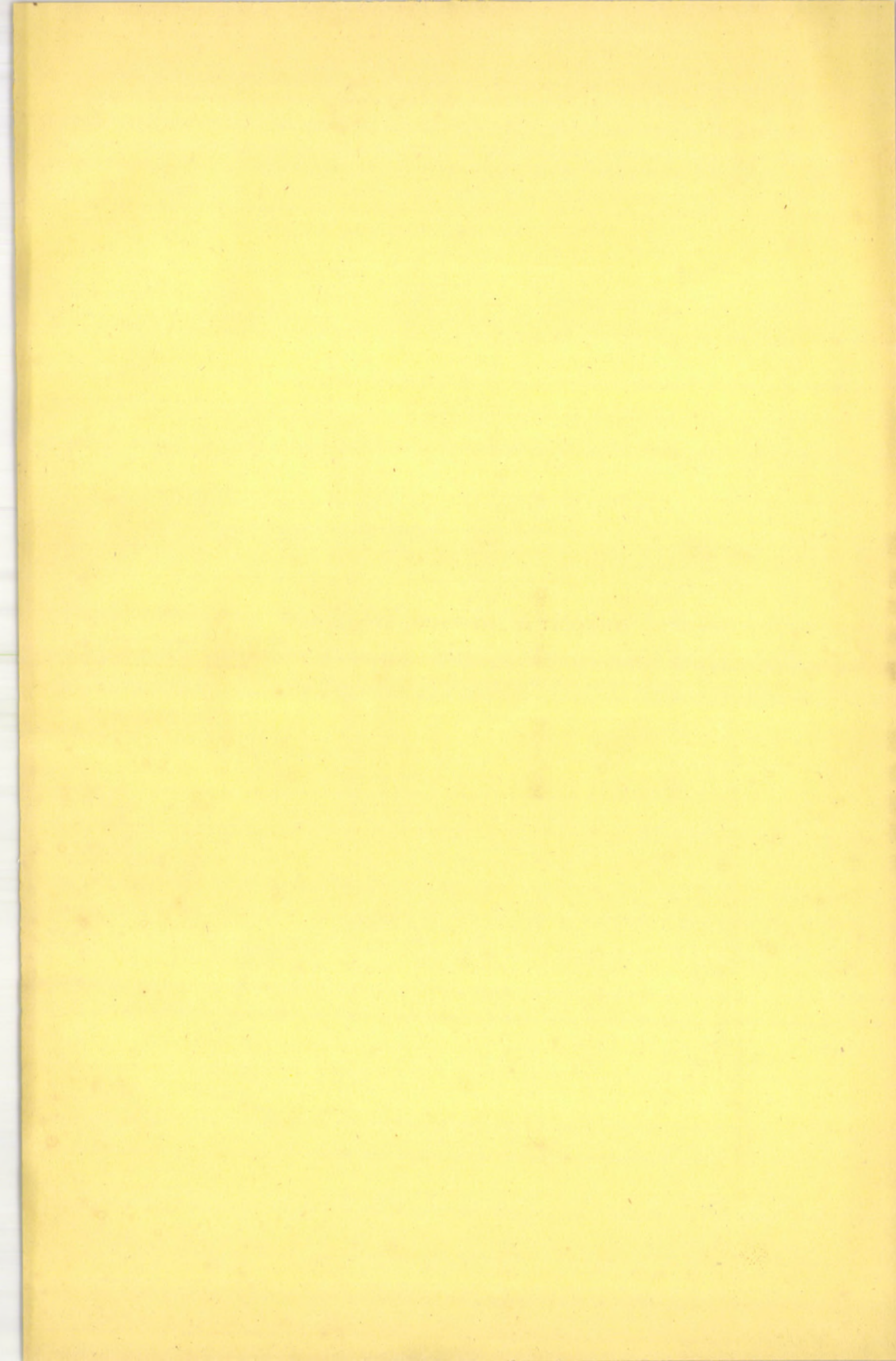












P E S T,  
NYOMATOTT AZ „ATHENAEUM“ NYOMDÁJÁBAN.  
1870.