

Qui trovasi anche la Nota:

„ Sopra un'utile modificazione
degli elettroscopi „:

Vedi a pag. 13

Pubb.^{te} nel 1873 (vedi pag. 15)



DI

UTILIZZARE IL CALORICO DELL' AMBIENTE

PER PRODURRE UN PICCOLO LAVORO

NOTA

DEL PROF. ENRICO BERNARDI

S. C. DEL R. ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI



1. Aveva pensato più volte al modo col quale si potesse approfittare del calorico dell' ambiente, per produrre facilmente un lavoro fosse pure così piccolo quanto è necessario per mantenere il moto ad un orologio. Prima però di ricercare un sistema operante qualunque adatto alla trasformazione del detto calorico in lavoro, era mestieri mi procurassi un corpo che naturalmente si mantenesse più freddo dell' ambiente. Per operare infatti una trasformazione di calorico in lavoro non basta avere del primo in quantità, ma è necessario poter disporre d' una caduta di temperatura.

2. Stabilitomi così questo problema di principio mi fermai alquanto sopra questa sua soluzione: se una forte massa d' acqua viene chiusa in un recipiente rivestito con grossi e ripetuti strati di materia poco conduttrice del calorico, dessa resta molto inerte nel seguire i naturali cangiamenti di temperatura dell' ambiente, e la sua temperie quindi si trova talvolta più alta e talvolta

più bassa di quella dell'aria circostante. — Nulla però ho mai tentato in addietro per approfittare di queste differenze a produr lavoro, e ciò perchè essendo generalmente piccole, non aveva fiducia si potesse trovare un mezzo semplice e sicuro da trarne quanto basta per mantenere il moto ad un qualche sistema, sia pur delicato come il roteggio e pendolo d' un orologio. (vedi: voi pag. 10 91)

3. Seguendo poscia un altro ordine d' idee trovai un'altra soluzione dell'accennato problema che mi parve più opportuna per arrivare allo scopo prefissomi: se un corpo è tenuto costantemente bagnato, per la spontanea evaporazione dell'acqua, desso si mantiene ad una temperatura che ordinariamente è inferiore a quella dell'ambiente; e ciò anzi è sempre vero se il detto corpo è posto in una stanza abitata e giudicata asciutta nel comune linguaggio. — Il problema di principio mi sembrò così sciolto in modo da trarne partito; non ebbi infatti molto a pensare per giungere al mio scopo, ed ecco come: Due bolle di vetro eguali *A* e *B* (fig. 1) sono fra loro comunicanti per mezzo di un tubetto *ab* pure di vetro e ripiegato presso di esse nel modo indicato dalla figura. Una di queste bolle, *A*, porta in *m* un sottilissimo cannello, filato col vetro stesso della bolla. S'introduce per questo cannello dell'etere solforico, e lo si fa bollire fino a che si giudica scacciata tutta l'aria dalle bolle; si chiude allora il cannello in *m* fondendone il vetro. La quantità dell'etere deve poi essere regolata così, che, ad operazione terminata, fattolo passare tutto in una sola delle bolle ne occupi circa tre quarti del volume. Alla metà del tubetto che congiunge le due bolle è fissato con cera lacca un pezzetto di osso *cc* attraversato da un asse metallico intorno al quale il

sistema può girare. Questo asse deve trapassare l'appendice di osso in un punto n che sia equidistante dai centri delle due bolle, ed a poca distanza dal tubetto di vetro che la riunisce. Per quest'ultima circostanza posto che l'etere sia egualmente ripartito nelle due bolle, il sistema ha un punto d'equilibrio instabile quando la cannetta ab è orizzontale. I due fulcri su cui gira il soprannominato asse furono omissi nelle figure 1 e 2 per non ingombrarle, dessi sono fissati al di sotto del coperchio d'una cassetta rettangolare HK . Tale coperchio è rappresentato a parte nella fig. 3; sono in esso praticati due fori M ed N , ed una fessura rs , pel libero passaggio delle bolle e del tubetto che le congiunge. Nell'accennata cassetta vien posta dell'acqua, per cui le bolle, o l'una o l'altra galleggiando su questa, non possono stabilmente rimanere che nelle due posizioni indicate dalle figure 1 e 2. Le bolle sono rivestite di finissimo velo e poi bagnate. — Sarà ora facile il comprendere come le due bolle continuino a muoversi da sè oscillando a guisa d'altalena; la bolla superiore infatti si raffredda per l'evaporazione dell'acqua che la bagna, ed assume così una temperatura più piccola dell'ambiente, dell'acqua nella cassetta e della bolla inferiore che vi galleggia. Da ciò la pressione del vapor d'etere nella bolla inferiore A (fig. 1) riesce più grande che nella superiore B , e l'etere spinto da questa differenza di pressione nella bolla più alta B , finisce col farla precipitare sull'acqua sottoposta, dando al sistema la posizione indicata nella fig. 2. In questa seconda posizione le cose si passano come nella prima, e perciò dopo qualche tempo è la bolla A che precipita, ed il sistema, rimesso così nelle condizioni primitive, continua

a muoversi finchè vi sia acqua a sufficienza nella cassetta. Quest'acqua infatti va evaporandosi tanto alla sua che alla superficie delle bolle da essa tenute costantemente bagnate, e quindi, sia pur lentamente, il suo livello termina coll'abbassarsi così, che le bolle per toccarlo devono mettersi in modo da condurre il centro della più alta assai vicino alla verticale che passa per l'asse n (fig. 1) del sistema; allora è manifesto che anche salendo tutto l'etere nella bolla superiore dessa non può precipitare. — Nel descritto apparecchio un continuo flusso di calorico ha luogo dall'ambiente alla cassetta, giacchè l'acqua in questa riposta è tenuta ad una temperatura inferiore a quella dell'ambiente dalle bolle che raffreddate dall'evaporazione periodicamente vi s'immergono. Istituendo un parallelo fra il mio apparecchio ed una macchina a vapore, l'ambiente farebbe le veci del fuoco, la cassetta del fornello, la bolla più bassa della caldaja, e la più alta del condensatore. Da ciò senz'altro si comprenderà che il lavoro sviluppato nell'apparato è una trasformazione di una parte del calorico che continuamente dall'ambiente passa nella cassetta.

4. Sarebbe cosa di poco vantaggio e lunga l'analizzare le circostanze del descritto sistema che influiscono sul lavoro che in dato tempo si può trarre da esso. È certo però che il detto lavoro dipende in particolar modo dalla quantità di calorico che nell'unità di tempo l'evaporazione esterna dell'acqua sottrae alla bolla che trovasi più alta, e quindi dalla temperatura e stato igrometrico dell'aria, e dalla superficie bagnata delle bolle. Di più è facile il comprendere che debbavi influire la grossezza delle pareti delle bolle, giacchè, *caeteris*

paribus, il numero delle calorie che in dato tempo può perdere il contenuto di una bolla, è tanto più piccolo quanto più grande è lo spessore del vetro, per la maggior lentezza con cui, all' aumentare di questo, il calorico sarebbe trasmesso dall' interno all' esterno. Dovendosi accettare la temperatura e lo stato igrometrico dell' aria quali sono naturalmente, in generale si avrà quindi vantaggio coll' ingrandire la superficie delle bolle e diminuendone lo spessore fino a quel limite che non lascia il dubbio d' un loro probabile schiacciamento per la differenza delle pressioni esterna ed interna. Riesce poi manifesto che tornerà conto regolare l' apparecchio in modo che la bolla ascendente in un moto d' altalena qualunque, appaisca quasi interamente sprovvista di etere; e ciò perchè in caso diverso l' evaporazione esterna prima di determinare un' utile condensazione dell' interno vapore, bisogna che raffreddi quella qualsiasi massa d' etere che venne portata su dalla bolla medesima. Nell' applicare all' apparato un ingegno qualunque destinato a raccogliere il lavoro in esso sviluppato, bisognerà dunque che al movimento d' altalena sia opposta una resistenza tale da non esser vinta se non quando quasi tutto l' etere è passato dalla bolla inferiore alla superiore. — Sulla celerità colla quale si succedono i colpi d' altalena, influiscono anche i cangiamenti un po' rapidi nella temperatura dell' aria; questi colpi diventano più frequenti se la temperatura dell' ambiente diminuisce, e più rari se cresce; ciò per l' inerzia dell' acqua nella cassetta a seguire le variazioni di detta temperatura.

L' apparato descritto che io chiamerò *altalena termomotrice*, esigerebbe degli artifici che a mio credere

riescirebbero sempre un po' complicati per utilizzare tutto il lavoro in esso prodotto. È perciò che mi diedi a combinare un altro sistema motore fondato sugli stessi principii, ma che diversamente foggiato, meglio e più sicuramente si presta alle applicazioni. — Eccone la descrizione:

5. Due bolle *A* e *B* (fig. 4) di vetro sono fra loro comunicanti per mezzo del tubetto *ab* pure di vetro; questo, presso alle bolle, è in verso opposto ripiegato e ad angolo retto. Tre di questi sistemi provveduti di etere e privati d'aria (n. 3), vengono disposti come indica la figura, ossia a guisa di ruota. Perchè i centri delle bolle ed i tre tubetti riescano poi in un medesimo piano, questi ultimi si ripiegano e sovrappongono nel modo rappresentato nella figura 5. Un tamburo *stu* di ottone in cui venne versata della cera lacca fusa, e che è separatamente segnato nella fig. 6, riunisce in modo stabile le tre coppie di bolle, e permette di applicare l'asse *o* intorno al quale devono girare. Una cassetta *KHLM* (fig. 4) a fondo rettangolare è al di sopra tagliata obbliquamente da *K* ad *m* (a circa 45° coll'orizz.), ed orizzontalmente da *m* ad *M*. Al suo coperchio che opportunamente piegato in *m* segue l'andamento *KmM*, son fissati i cuscinetti sui quali gira la prefata ruota, la quale rimane mezza al di sotto e mezza al di sopra del coperchio medesimo, e può liberamente girare attese delle opportune aperture in esso praticate. Guardando il detto coperchio in direzione perpendicolare alla *Km* lo si vedrebbe come è rappresentato nella fig. 7; desso è poi diviso in due secondo la linea *pq*, perchè se fosse d'un sol pezzo non si potrebbe porre a sito la ruota. — Incamiciate le bolle con velo finissimo, e ponendo del-

— 7 —

l'acqua nella cassetta fino ad una altezza di livello tale che le bolle passando in parte vi s'immergano, sarà facilissimo lo scorgere che fatti fare alla ruota due o tre giri affinchè si bagnino le bolle, dessa continuerà girare nel senso indicato dalla freccia (fig. 4). A questo apparecchio io darò il nome di *ruota termomotrice*, ed ecco in qual modo si può assai facilmente raccogliere il lavoro da esso sviluppato.

6. Una carrucola *A* (fig. 8) costituisce il *primo mobile* di un sistema qualunque a cui vuolsi mantenere il movimento; *B* è un'altra carrucola fissata all'asse della ruota termomotrice; *C* e *D* sono carrucole agli assi delle quali sono applicati due pesi *P* e *Q*, il primo più grande del secondo. Un filo eterno s'avvolge nelle gole delle dette carrucole nel modo indicato dalla figura. La puleggia *A* sarà per tal modo sollecitata a girare nel senso della freccia con una forza applicata alla sua circonferenza ed eguale ad $\frac{1}{2} (P-Q)$, mentre la termomotrice dovrà continuamente vincere la forza stessa applicata alla circonferenza della puleggia *B*, forzandola a girare nel senso indicato dalla freccia. Se il lavoro prodotto dalla ruota termomotrice è più grande di quello consumato sulla carrucola *A*, il peso maggiore *P* andrà successivamente alzandosi ed il minore *Q* abbassandosi, per tal modo l'eccesso di lavoro prodotto non va perduto, ma resta conservato per tutte quelle volte che fosse deficiente il lavoro della termomotrice. Posto che per lungo tempo, od anche sempre, il lavoro generato sia maggiore del consumato, il peso minore *Q* continuando allora a discendere finisce a riposarsi sopra una tavoletta *mm* la cui posizione deve essere regolata dall'altezza di cui si può disporre per la

discesa dei pesi; l'attrito del filo sulle carrucole *A* e *B* con ciò diminuisce, e la ruota termomotrice può continuare a muoversi dando luogo ad uno strisciamento del filo sull'una o sull'altra delle nominate carrucole; il peso più piccolo continua a rimanere giacente sulla tavoletta *mm*, ed il più grande si mantiene fermo alla massima altezza concessagli, pronto a discendere per compensare quel qualunque difetto di lavoro, che per sfavorevoli condizioni atmosferiche fosse per manifestarsi nella ruota termomotrice.

7. Una di queste ruote applicata nel modo ora descritto, da due mesi mantiene il moto all'orologio del mio studio. Questa ruota ha le bolle di due centimetri di diametro; la distanza dei centri di due bolle opposte è di cent. 8, e fatto passare in una sola tutto l'etere di esse, ne occupa circa tre quarti del volume; i lati del fondo della cassetta sono di 12 e 5 cent. Il diametro della carrucola *B* (fig. 8) fissata all'asse della termomotrice è di 16 mill., e quello della *A* è di mill. 5; quest'ultima puleggia io la unii all'asse della ruota che direttamente conduce lo scappamento dell'orologio. La differenza dei pesi *P* e *Q* è di grammi 13. — L'orologio è custodito da una vetrina sospesa al muro; il suo pendolo ha l'asta di legno, ed è una molla che lo sospende; la distanza del punto di sospensione dal centro della lente è di mill. 315. In 24 ore l'orologio consuma chilogrammetri 0,035. La termomotrice, salvo casi rarissimi, produce assai più del lavoro consumato dall'orologio; il peso più piccolo ha sempre riposato sul suo guanciale, e solo due o tre volte lo vidi allontanarsene di pochi centimetri per poi lentamente ritornarvi. — Di quando in quando è mestieri che rimetta un po' d'acqua

nella cassetta, ma facendola comunicare con un vasto serbatoio d'acqua, ed a mezzo di una valvola a galleggiante mantenendovi costante il livello, si ripeterà assai di raro la necessità della prefata operazione.

8. Tanto nell'altalena quanto nella ruota termomotrice deve necessariamente avvenire una concentrazione dei sali naturalmente sciolti nell'acqua che continuamente svaporasi. I meno solubili di questi finiranno così coll'apparire cristallizzati alla superficie delle bolle e nella cassetta dell'apparecchio, ed i più solubili a ritardare di molto l'evaporazione, ed a diminuire quindi la quantità di calorico sottratto alle bolle ed il lavoro sviluppato nell'unità di tempo. Se a ciò non si rimedia impiegando acqua distillata o di pioggia o di neve, a lunghi intervalli di tempo deve manifestarsi il bisogno di rinnovare del tutto l'acqua nella cassetta e di pulire le bolle immergendole in acido idroclorico (o nitrico) diluito e spazzettandole con un pennellino. Il numero delle volte che si dovranno ripetere tali operazioni in un anno, dipenderà, come è manifesto, dalla qualità dell'acqua di cui si può disporre. L'acqua potabile di Vicenza può dirsi veramente cattiva pei sali molti che la inquinano; pure la prima altalena termomotrice da me costruita, continua a muoversi da tre mesi (gennajo, febbrajo e marzo) senza che in essa mai sia stata rinnovata l'acqua e pulite le bolle; aggiungasi che la cassetta di questa altalena è di latta non verniciata, per cui l'acqua si è orribilmente caricata d'ossido di ferro, e le sue bolle sono gialle per una melma del detto ossido che le ricopre; dessa però vive allegramente in mezzo ad un tale sudiciume, e di ciò me ne avverte col suono di un campanellino che l'incaricai di scuotere ad

ogni suo moto. Non c'è dubbio però che a lungo andare le cose debbano avvenire come di sopra ho detto, se si usa acqua comune per alimentare l'apparecchio.

9. Ottenuto nel modo sopra descritto di trasformare il calorico dell'ambiente in lavoro, volli tentare qualche cosa in proposito approfittando della prima maniera da me ideata (vedi n. 2), per ottenere la caduta di temperatura necessaria alla detta trasformazione, potendosi in allora evitare assai facilmente gl'inconvenienti preaccennati e dovuti alla continua evaporazione dell'acqua:

Pongasi che la cassetta di un'altalena termomotrice, quale venne descritta al n. 3, sia vuota d'acqua e tutta circondata invece, meno il suo coperchio, da quella contenuta in un vasto recipiente rivestito tutto all'intorno di sostanze poco conduttrici del calorico. Pongasi ancora che tanto nell'una che nell'altra posizione delle bolle (fig. 1 e 2) le aperture praticate nel coperchio della cassetta (fig. 3) si chiudano col moto stesso d'altalena a mezzo di particolare artificio. Con tale disposizione la bolla più bassa si trova in una cameretta tutta chiusa, la cui temperatura è quella dell'acqua che la circonda, e la più alta rimane esposta all'aria esterna. Quando la temperatura dell'ambiente diminuisce, come ordinariamente avviene dal giorno alla notte, la massa d'acqua che investe la cassetta, inerte nel seguire tale diminuzione di temperatura, si manterrà più calda dell'aria esterna, e l'altalena sarà così in condizioni da potersi muovere, la sua bolla più bassa trovandosi in un ambiente più caldo della sua più alta. E si muove difatti, come ho potuto constatare, sopra un apparecchio di questo genere grossolanamente preparato.

Sopra una finestra non mai visitata dal sole, in una serie d'osservazioni continuate dalla metà di febbrajo a quella di marzo, ebbi in media 60 colpi d'altalena in 24 ore. Calcolando a 5 grammi il peso attivo dell'etere nelle bolle (diametro mill. 30), ed a 6 cent. la caduta del suo centro di gravità ad ogni colpo d'altalena, il lavoro medio eseguito in 24 ore sarebbe stato così di chilogrammetri 0,018, cioè di circa la metà di quello che nello stesso tempo consuma l'orologio del mio studio.

Ciò m'incoraggia a far nuovi tentativi in proposito, i quali riuscendo ad esito felice, li farò argomento di una seconda nota, non sembrandomi inutile di pubblicare cosa che potrebbe venire utilmente applicata.

SOPRA

UN' UTILE

MODIFICAZIONE DEGLI ELETTROSCOPI

NOTA

DELLO STESSO



A chi fa lezioni di fisica è noto che occorre sempre qualche precauzione e cura perchè in una scuola funzioni bene un ordinario elettroscopio. — Io voglio qui accennare ad una particolare costruzione di questo strumento che lo rende quasi insensibile alle condizioni anche più sfavorevoli dell'aria circostante. Negli ordinarii elettroscopi le pagliuzze o le foglie d'oro sono sospese nell'interno di una bottiglia senza fondo che funziona come campana; il turacciolo di detta bottiglia, che è o metallico o di materia poco conduttrice, viene attraversato a forte attrito da un conduttore cilindrico all'estremità inferiore del quale vengono sospese le pagliuzze, ed alla superiore è fissata una pallina metallica. Per tal modo se pure si ha cura di collocare dei pezzi di calce viva sotto la bottiglia, l'istrumento non funziona se l'aria è alquanto carica di vapor acqueo; le superficie del conduttore a cui s'appendono le pagliuzze, del turacciolo e della bottiglia, sono infatti l'una in con-

tinuazione dell'altra, e rese umide dallo sfavorevole stato igrometrico dell'ambiente, stabiliscono una permanente comunicazione fra le pagliuzze ed il suolo. — Ecco come io ho modificata la costruzione di un mio elettroscopio per evitare tale inconveniente.

Il conduttore *ab* (fig. 9) invece di essere direttamente sostenuto dal turacciolo, è tenuto a posto da una colonnetta *ef* di ebanite (gomma elastica indurita) mediante una ripiegatura *bce* del conduttore medesimo. La predetta colonnetta resta tutta sotto alla bottiglia e si fissa alla base dell'istrumento. Nel centro del turacciolo, che io feci in ebanite, è praticato un foro il cui diametro è di 2 o 3 mill. più grande di quello del conduttore *ab*. Con ciò questo conduttore attraversa il turacciolo senza toccarlo, rimanendo fra quello ed il foro di questo uno spazio vuoto tutto all'intorno (vedi fig. 10). Il conduttore, la pallina e le pagliuzze restano così isolate dalla superficie esterna dell'istrumento, e ponendo della calce viva sotto la bottiglia, la colonnetta *ef* isola certo benissimo perchè dimora in aria disseccata, e l'apparecchio funziona anche nelle condizioni atmosferiche più sfavorevoli. L'elettroscopio così modificato ed esposto alla nebbia, tenne aperte le pagliuzze per circa 4 ore.

La buonissima riuscita del descritto artificio mi fa credere che in avvenire non si avrà grave difficoltà ad avere un corpo bene isolato per piccole tensioni elettriche, giacchè se in luogo della pallina *m* (fig. 9) collochiamo questo corpo, esso potrà certo mantenersi elettrizzato a lungo anche sotto sfavorevolissime condizioni atmosferiche. In tal caso sarebbe inutile il conduttore *abce*, e basterebbe che la colonnetta *ef* piantata

nel centro della base su cui riposa la bottiglia, uscisse direttamente da questa attraversando il turacciolo nel modo di sopra indicato, ossia senza toccarlo. All' estremità superiore di questa colonnetta verrebbe poi fissato il corpo che si vuole isolare.

*(Estr. dal T. II, serie IV degli Atti del r. Istituto veneto
di scienze, lettere ed arti.)*

Fig. 1

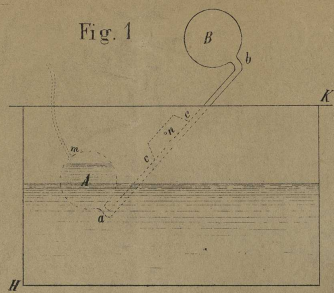


Fig. 2

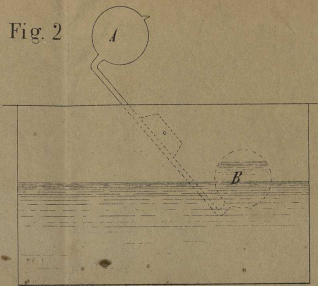


Fig. 3

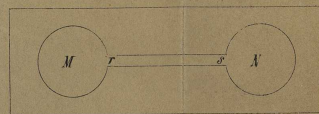


Fig. 4

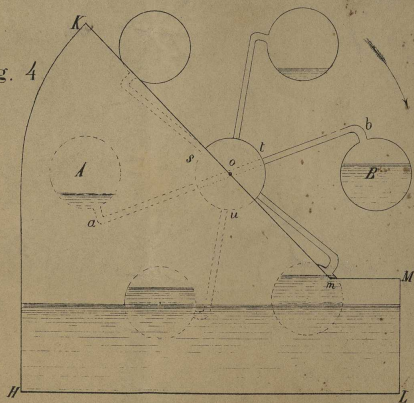


Fig. 5

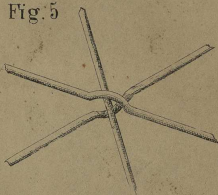


Fig. 8

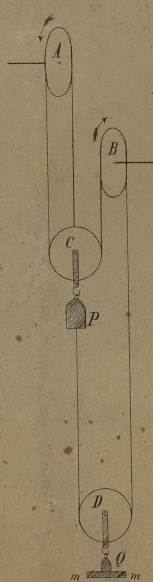


Fig. 9

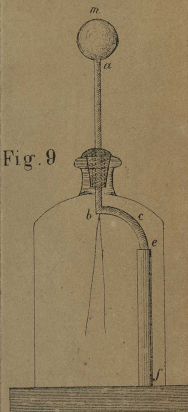
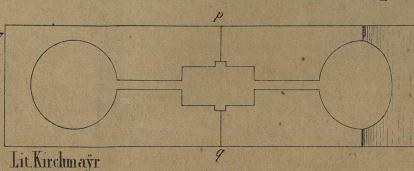


Fig. 7



Lit. Kirchmayer

Fig. 6

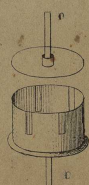


Fig. 10

