COSTANTI FISICHE DEL CLORO SOTTO L' AZIONE DELLA LUCE.

Nota di A. CAMPETTI.

1. — Alcune ricerche relativamente recenti di *Trautz*¹⁾ sulla variazione prodotta nel calore specifico del cloro (a volume costante), sottoposto all'azione di una sorgente luminosa ricca di radiazioni di breve lunghezza d'onda, come la lampada a vapori di mercurio in quarzo, hanno richiamata l'attenzione su alcune antiche esperienze di *E. Budde*²⁾ che si riferiscono alla dilatazione del cloro sotto l'azione della luce solare.

Ricordiamo che le esperienze del Budde, nelle quali egli usava per lo più un termometro differenziale coi bulbi ripieni di cloro e acido solforico come liquido indicatore, tenendo uno dei bulbi all'oscuro, mentre l'altro era esposto alla luce solare, dimostravano una dilatazione assai forte pel cloro rispetto all'aria nelle stesse condizioni. Ma poichè le indicazioni dei termometri posti nei bulbi dimostravano pel cloro un innalzamento di temperatura assai superiore che per l'aria, il Budde si domandò: *Basta il riscaldamento che subisce il cloro per effetto delle radiazioni (specie delle più refrangibili) per spiegare la dilatazione in esso osservata, oppure no?*

Pur riconoscendo che i risultati delle sue esperienze non consentivano una grande precisione, il Budde conclude però decisamente che: *Il cloro subisce per l'azione dei raggi più refrangibili una dilatazione ed un riscaldamento; secondo le esperienze eseguite non v'è alcuna ragione per attribuire alla dilatazione una causa diversa che al riscaldamento; confermando con ciò le antiche idee in proposito di Bunsen e Roscoe.*

¹⁾ Trautz. — *Zeits. für Elektrochemie* — 1912-18-pag. 513.

²⁾ E. Budde. — *Pogg. Ann.* 1871-26; *Erganz. band* 1874-VI.

In conclusione dunque la maggior dilatazione del cloro di fronte a quella dell'aria colpita dalle medesime radiazioni dipenderebbe essenzialmente dalla maggior elevazione di temperatura per essere nel cloro le radiazioni più rifrangibili assorbite in più forte misura: nè vi sarebbe bisogno di ricorrere ad ipotesi di dissociazioni molecolari od ipotesi analoghe.

Quoste conclusioni del Budde sono state però in epoca posteriore sostanzialmente fraintese; e così ad esempio A. Richardson¹⁾ (in un lavoro che si riferisce specialmente all'uso del cloro come sostanza indicatrice per la misura della intensità delle radiazioni di alta refrangibilità) relativamente alle esperienze del Budde si esprime in questo modo: *È stato mostrato da Budde che, quando il cloro è esposto alla luce, ha luogo una dilatazione del gas che è indipendente dal diretto riscaldamento dovuto alla luce*, il che invece dal Budde non è mai stato affermato.

Il Trautz invece nel lavoro già citato e che qui conviene brevemente discutere, non si pronuncia in modo esplicito sulle ricerche del Budde, ma descrive sommariamente queste tre esperienze:

a) Determinazione del calore specifico a volume costante c_v del cloro col metodo del tubo di Kundt, tenendo il cloro all'oscuro oppure esposto alla luce di una lampada a vapori di mercurio in quarzo, interponendo però sul cammino dei raggi una vaschetta piena di acqua, per evitare (dice il Trautz) in realtà solo per diminuire il riscaldamento del gas nel tubo. Il risultato sarebbe che il *calore specifico a volume costante c_v viene ridotto circa del 2 %*. Tuttavia è difficile rendersi conto dell'attendibilità di questo risultato, mancando qualsiasi indicazione precisa sulle condizioni sperimentali e sul modo di ricavare c_v ; infatti il Trautz dice soltanto: *Se si producono nettamente in un tubo di Kundt i nodi e i ventri e si illumina con una lampada a vapori di mercurio in quarzo*

¹⁾ A. Richardson. — *Phil Mag.* 1891-2-pag. 279.

(interponendo sul cammino dei raggi una vaschetta piena d'acqua, si osserva una variazione nella lunghezza d'onda; il calore specifico a volume costante appare ridotto più piccolo e circa 2%). Ora è certo che nelle esperienze in questione il cloro doveva, se illuminato, riscaldarsi notevolmente; perciò le determinazioni a cloro illuminato sono eseguite certamente a temperatura più elevata che quelle all'oscuro, nè risulta di quanto aumentasse la pressione per effetto del riscaldamento.

b) Determinazione della dilatazione prodotta nel cloro illuminato, servendosi di un manometro ad acido solforico; nelle condizioni sperimentali adottate dal Trantz (quali?) la dilatazione corrisponderebbe ad un aumento di temperatura di 10°—12° sopra la temperatura dell'ambiente.

c) Infine in una terza esperienza il cloro è contenuto in un recipiente di Dewar (munito di finestra), attraversato da un filo di platino che può essere riscaldato elettricamente e collegato ad un manometro. Riscaldando allora il filo si ottiene una certa dilatazione; inviando poi la stessa corrente attraverso il filo, mentre il cloro è illuminato, si ottiene naturalmente una dilatazione maggiore: ma in questo secondo caso la dilatazione totale è un pò superiore alla somma delle dilatazioni che si avrebbero separatamente nelle stesse condizioni per effetto della sola luce o del solo riscaldamento del filo.

Anche da questa esperienza il Trautz conclude che la capacità termica del cloro subisce una sensibile diminuzione quando è illuminato e stabilisce quindi un parallelo tra le sue determinazioni e le ricerche di F. Richarz¹⁾ e Küster²⁾ dirette a misurare il rapporto $k = \frac{c_p}{c_v}$ per l'ossigeno preparato e mantenuto in condizioni diverse: il Küster trova che quando l'ossigeno è ionizzato, sia perchè preparato di recente, sia perchè

¹⁾ Richarz. — *Monatsh. Berichte* 1909 e 1910.

²⁾ Küster. — *Diss. Marburg* 1911.

sottoposto all'azione dei raggi Röntgen, sia per altra causa il rapporto k sale sino a 1,45-1,46, valore sensibilmente superiore al normale 1,40-1,41. Per spiegare questa divergenza il Küster osserva: poichè il numero delle molecole ionizzate è sempre molto piccolo in confronto al loro numero totale, troppo piccolo dunque per poter produrre un così sensibile aumento nel valore di k , bisogna verisimilmente ammettere un'azione di quelle molecole che per effetto dell'agente ionizzante sono prossime ad essere dissociate.

Sembra che il Trautz ritenga possibile una analoga spiegazione per i risultati delle sue esperienze; per quanto egli osservi come nel suo caso la ionizzazione non deve essere certamente molto notevole. perchè in tutte le sue esperienze la luce ha attraversato il vetro.

Questo dal lato teorico; ma per quanto si riferisce alla parte sperimentale, certo è che la mancanza di particolari nella condotta di determinazioni così delicate, lascia gravi dubbi sulle conclusioni da esse dedotte.

A rendere ancora minore la fiducia in queste conclusioni deve aggiungersi il fatto che il Trautz adopera per le sue esperienze gas ricavato dalle bombole di cloro compresso o liquefatto, quali si possono trovare in commercio; ora è noto che questo cloro contenga sempre notevoli impurità, tra cui certo dell'acqua, nè il Trautz ha usato (come egli stesso dice) alcun mezzo per purificare il gas adoperato.

D'altra parte numerose e svariate esperienze (anteriori a quelle del Trautz) di *Shenstone*¹⁾, *Mellor*²⁾, *Bevan*³⁾, *Kummel*⁴⁾, *Ludham*⁵⁾, hanno mostrato che il cloro perfettamente puro e secco non è ionizzato nè dalla luce di una lampada ad arco

¹⁾ Shenstone. — *Trans. Chem. Soc.* 1897.

²⁾ Mellor J. W. — *Proceedings Chem. Soc.* 81-1902.

³⁾ Bevan P. V. — *Proceedings Roy. Soc. of London* 14-1902 e *Phil. Trans.* 1903.

⁴⁾ Kummel G. — *Zeit für Elektrochemie*, 1911-12.

⁵⁾ Ludham E. R. — *Phil. Mag.* 1912-1-Vol. 23.

che abbia attraversato il vetro (*Kummel*) e neppure (*Ludham*) della luce della scintilla tra elettrodi di alluminio filtrata solo attraverso un piccolo strato d'aria ed una lamina di quarzo; ma che invece, quando il cloro è impuro, specie per la presenza di vapore acqueo, si ha notevole ionizzazione anche per la luce di una lampada ad arco filtrata attraverso una spessa lastra di vetro. Inoltre è stato dimostrato che nel cloro umido l'azione della luce provoca la reazione tra il gas stesso e il vapore acqueo con formazione di acido cloridrico e ossigeno (*Mellor*) nonché di altri composti intermediari; per quanto non si possa certamente ritenere, come suppone il Mellor (e un semplice computo in base ai dati termochimici basta a dimostrarlo) che l'aumento di temperatura nel cloro imperfettamente secco esposto all'azione della luce si debba (salvo in piccola parte) attribuire alle reazioni in esso provocate dalla luce stessa tra il cloro e il vapore: del resto l'aumento di temperatura ha luogo anche nel cloro ben disseccato.

Ora il cloro usato dal Trautz essendo impuro e verisimilmente anche umido, si verificano probabilmente in esso, sotto l'azione della luce, ionizzazione e reazioni, di cui la natura e l'importanza è difficile stabilire a priori.

2.° — Da tutto ciò che precede risulta che la questione delle modificazioni delle proprietà fisiche del cloro esposto alla luce è ancora molto controversa; nè d'altra parte le esperienze del Trautz possono ispirare una grande fiducia. Ho perciò creduto opportuno di esaminare di nuovo questo problema e precisamente:

a — Verificare se l'effetto Budde (dilatazione del cloro sotto l'azione della luce) corrisponde all'innalzamento di temperatura subito dal gas per effetto delle radiazioni assorbite.

b — Esaminare per via indiretta se si debba veramente attribuire al cloro illuminato una capacità termica minore che al cloro mantenuto all'oscuro.

3.° — Le esperienze relative alla misura del riscaldamento nell'effetto Budde furono eseguite parte a pressione

costante, parte a volume costante: si adoperava un apparecchio di vetro costituito da un bulbo cilindrico di circa 40 centimetri cubi terminante in basso con un capillare di circa 30 centimetri di lunghezza e col diametro di circa un millimetro: il capillare pescava nell'acido solforico concentrato contenuto in una provetta mobile in senso verticale e il sistema funzionava così da manometro.

Attraverso ad una tubulatura superiore fu introdotta nel bulbo una delle saldature di una coppia termoelettrica *platino-platino iridiato* di filo molto sottile (circa $\frac{1}{10}$ di millimetro) mentre l'altra saldatura era tenuta a temperatura costante mediante un bagno di olio di vaselina contenuto in un recipiente di Dewar.

Poichè la taratura della coppia mediante termometro campione dava, per ogni grado di differenza di temperatura delle due saldature, una deviazione di millimetri 61,7 della scala del galvanometro (Hartmann e Braun) e poichè, per il forte ingrandimento, si poteva apprezzare il quinto di divisione, l'errore probabile nella misura delle temperature non superava $\frac{1}{300}$ di grado.

La saldatura (autogena) della coppia termoelettrica contenuta nel bulbo era disposta orizzontalmente, non in vicinanza dell'asse, ma un po' spostata verso una delle pareti; dimodo che, anche per la conducibilità del metallo, si poteva ammettere che indicasse senza grande errore la temperatura media del gas: durante la illuminazione la saldatura poteva essere protetta, mediante un piccolo schermo, dell'azione diretta delle radiazioni; ma, come era da aspettarsi, data la piccola superficie e il suo debole potere assorbente, questa precauzione era pressochè superflua.

L'apparecchio ora descritto veniva riempito con cloro svolto per l'azione dell'acido cloridrico ($d = 1,17$) sul permanganato potassico: il cloro era lavato più volte attraverso soluzione di

CuSO_4 , poi disseccato attraverso acido solforico e per passaggio sopra anidride fosforica.

Come sorgente luminosa si adoperava una lampada ad arco (a carbone positivo orizzontale) da 12 Ampère e mantenendo costante la lunghezza dell'arco; la luce, prima di cadere sull'apparecchio, attraversava uno strato di 4 centimetri di soluzione diluita di CuSO_4 , restando così assorbite in buona parte le radiazioni meno rifrangibili.

Tenuto conto delle dimensioni interne dell'apparecchio, della pressione esterna, del coefficiente di dilatazione del cloro si poterono calcolare allora i risultati di alcune esperienze, qui riferiti:

I. — (*a pressione costante*).

Aumento di temperatura secondo la coppia

termoelettrica	1°,228
Aumento di volume calcolato . . . cm^3	0,170648
Aumento di volume osservato . . . »	0,171168

II. — (*a pressione costante*).

Aumento di temperatura secondo la coppia

termoelettrica	1°,285
Aumento di volume calcolato . . . cm^3	0,178170
» » » osservato . . . »	0,179844

III. — (*a volume costante*).

Aumento di pressione osservato . . . mm.	2,278
Aumento di temperatura calcolato . . . »	0°,802
Aumento di temperatura osservato . . . »	0°,803

Le seguenti tre esperienze furono invece eseguite adoperando come sorgente luminosa la lampada a vapori di mercurio.

IV. — (*a volume costante*).

Aumento di pressione osservato . . .	mm.	3,370
Aumento di temperatura calcolato . . .	»	1°,180
» » » osservato . . .	»	1°,176

V. — (*a volume costante*).

Aumento di pressione osservato . . .	mm.	2,69
Aumento di temperatura calcolato . . .	»	0°,92
» » » osservato . . .	»	0°,98

VI. — (*a volume costante*).

Aumento di pressione osservato . . .	mm.	8,57
Aumento di temperatura calcolato . . .	»	3°,02
» » » osservato . . .	»	2°,93

Per quanto da queste esperienze risulti che, in prima approssimazione, la dilatazione e l'aumento di pressione nel cloro illuminato corrispondono all'aumento di temperatura osservato, tuttavia, per un ulteriore controllo, ho creduto bene eseguire alcune altre esperienze, sostituendo, per la misura delle temperature, alla coppia termoelettrica, il metodo bolometrico. A tale scopo introducevo nel bulbo di vetro (contenente poi il cloro) una spiraletta di filo di platino molto sottile (diametro del filo circa 0,02 mill.), la quale costituiva un lato di un ponte di Wheatstone.

La resistenza della spirulina a 15° era di Ohm 64,32 e il coefficiente medio di temperatura tra 10° e 30° risultò $k = 0,00321$; è chiaro allora che dalla resistenza della spirale poteva ricavarsi subito la sua temperatura e quindi quella del gas in cui era immersa: osservo ancora che l'asse della spirulina era inclinato rispetto a quello del bulbo, mentre due lastrine di mica servivano a diminuire l'irradiazione verso le pareti.

Riporto per brevità i risultati di tre sole esperienze, a volume costante.

I. — (*Arco tra carboni, 18 Ampère*).

Aumento di pressione osservato. . . .	mm.	5,72
Aumento di temperatura calcolato. . . .	»	2°,02
» » » osservato	»	2°,07

II. — (*Arco tra carboni; 18 Ampère*).

Aumento di pressione osservato	mm.	8,48
Aumento di temperatura calcolato. . . .	»	2°,99
» » » osservato	»	3°,04

III. — (*Arco a vapori di mercurio*).

Aumento di pressione osservato	mm.	5,59
Aumento di temperatura calcolato. . . .	»	1°,99
» » » osservato	»	1°,98

Da tutte le precedenti esperienze e malgrado le piccole divergenze risulta dunque con molta probabilità *essere la dilatazione e l'aumento di pressione nel cloro illuminato corrispondenti all'aumento di temperatura prodotto dall'assorbimento per parte del gas di parte della radiazione incidente* o, quanto meno, tale corrispondenza vale con grandissima approssimazione.

4.° — Questo avendo posto in chiaro, si tratterebbe ora di esaminare l'eventuale influenza della illuminazione sulla capacità termica del gas; tuttavia non sembra facile realizzare una esperienza diretta in condizioni tali che non si prestino ad obiezioni. Ho ricorso quindi ad un esame indiretto della questione, certo più sicuro per quanto meno soddisfacente.

È noto che la teoria cinetica dei gas stabilisce una importante relazione tra la conducibilità termica k di un gas,

il suo coefficiente η di attrito interno e il calore specifico a volume costante c_v e cioè:

$$(1) \quad k = \varepsilon \eta c_v$$

ove ε rappresenta un coefficiente numerico costante, di cui però il valore è diverso secondo la teoria che si adotta; così, mentre la teoria di Clausius assegna ad ε il valore 1,25, secondo la prima teoria di Maxwell sarebbe invece $\varepsilon = 1,5$, secondo Boltzmann, 2,5 etc.

D'altra parte l'esperienza (la misura diretta cioè di k, η, c_v) ha dato per ε valori notevolmente differenti da gas a gas: è vero che pei tre gas biatomici O_2, N_2, H_2 Günther ha trovato per ε i valori, tra loro assai vicini, 1,921; 1,959; 1,907; ma, secondo Ziegler, sarebbe pel metano $\varepsilon = 1,592$, mentre pei due gas monoatomici argon ed elio risulta rispettivamente $\varepsilon = 2,442$ ed $\varepsilon = 2,49$.

Certo, se fossimo sicuri che ε rimane costante per un dato gas, qualunque siano le condizioni in cui esso si trovi, allora, dal fatto che per l'illuminazione η e k non restano modificati, si potrebbe senz'altro concludere che lo stesso debba accadere per il calore specifico a volume costante c_v ; di tale assoluta costanza di ε (sia pure per una data temperatura e pressione) non abbiamo alcuna prova; tuttavia il fatto che il cloro non resta sensibilmente ionizzato per l'azione delle radiazioni (come è anche confermato in fine) e la nessuna azione della luce su η e k rendono molto probabile che anche la capacità termica del gas a volume costante resti inalterata.

5.° — Le esperienze dirette a determinare il coefficiente η pel cloro e l'eventuale sua modificazione per l'azione della luce furono eseguite col metodo del tubo capillare e per confronto coll'aria secca alla stessa temperatura; misurando cioè i tempi necessari affinchè un dato volume di acido solforico (volume tra i due segni sui due colli di un bulbo sferico) scendesse da un pallouicino di vetro in un altro di dimensioni maggiori collegato al capillare.

Tutto l'apparecchio era contenuto in un grosso bicchiere a pareti sottili pieno di acqua, per mantenere costante la temperatura durante l'esperienza, e poteva essere illuminato (in genere il solo capillare) sia mediante la lampada ad arco, sia mediante la solita lampada a vapori di mercurio. Con opportuna manovra di robinetti, che qui è inutile minutamente descrivere, si poteva prima fare in tutto l'apparecchio il vuoto colla pompa di Gaede e quindi introdurre il cloro preparato e disseccato nel solito modo: la durata dell'esperienza era misurata mediante un contasecondi col quale si poteva apprezzare il decimo di secondo.

Veramente, quello che specialmente interessava era di riconoscere se vi fosse azione della luce sull'attrito interno del cloro: tuttavia si ritenne opportuno di eseguire le misure anche per l'aria per poter così avere una nuova determinazione dell'attrito interno del cloro e stabilire un confronto colle antiche misure, come controllo delle esperienze presenti.

Come media di quattro determinazioni concordanti fra loro nella durata a meno di qualche decimo di secondo si ebbe per l'aria:

Temperatura 15°,17. Durata 310'',8;
 pel cloro all'oscuro.

Temperatura 15°,03. Durata 320'',0;
 e pel cloro illuminato.

Temperatura 15°,04. Durata 229'',9;

Non si manifesterebbe quindi alcuna azione della luce sull'attrito interno del cloro e risulterebbe (riducendo alla temperatura di 15°, mediante il coefficiente di temperatura noto per l'aria:

$$\frac{\eta_{cl}}{\eta_{aria}} = \frac{230,0}{310,2} = 0,7408.$$

Ora per l'aria a 15° si ha:

$$\left. \begin{array}{l} \eta \times 10^7 = 1800 \text{ Rankine} \\ \text{»} = 1791 \text{ Meyer O. E.} \\ \text{»} = 1788 \text{ Millikan} \end{array} \right\} \text{Media} = 1793.$$

Risulta quindi per il cloro a 15°

$$\eta_{cl} \times 10^7 = 1793 \times 0,7408 = 1328$$

in ottimo accordo col valore di Rankine (ottenuto) per interpolazione a 15° e cioè 1307¹⁾.

Per quanto dalle determinazioni precedenti già risultasse inapprezzabile l'azione della luce sull'attrito interno del cloro, eseguisco ulteriori esperienze, riducendo la pressione sotto la quale il gas scorre nel capillare, affine di avere una maggior durata per il passaggio nel capillare dello stesso volume di gas, e limitandomi a confrontare il cloro all'oscuro col cloro esposto alla luce.

Riunisco i risultati nella tabella seguente, nella quale θ indica la temperatura, t la durata di passaggio nel capillare dello stesso volume di gas e precisamente t_0 quando il gas è all'oscuro, t_i quando è illuminato: come sorgente luminosa si adoperò, volta a volta, la lampada ad arco o la lampada a vapori di mercurio.

θ	t_0	t_i
7,28	942'',0	—
7,27	942'',7	—
7,28	—	941'',5
7,30	—	942'',0
7,27	941'',7	—
11,37	953'',5	—
11,33	—	953'',2
11,36	953'',7	—
13,31	966'',3	—
13,30	966'',2	—
13,30	—	966'',2
13,32	—	966'',0
13,29	966'',2	—

¹⁾ Veramente Graham ottiene pel cloro un valore più elevato (per interpolazione a 15°: $\eta_{cl} \times 10^7 = 1400$): ma anche per l'aria egli ha $\eta \times 10^7 = 1842$, valore notevolmente più elevato dei posteriori più attendibili.

La conclusione delle precedenti determinazioni è dunque che *la luce della lampada ad arco o della lampada a vapori di mercurio* (che ha attraversato, si intende, il vetro del recipiente e del capillare e uno strato d'acqua di un paio di centimetri) *non esercita alcuna influenza sull'attrito interno del cloro puro e secco* o almeno la modificazione eventualmente prodotta rimane inferiore all'uno per mille del valore normale.

6.° — Assai meno semplici sono le esperienze aventi per scopo di esaminare se il cloro illuminato presenti conducibilità termica diversa dal cloro tenuto all'oscuro.

Misure dirette di conducibilità termica potrebbero essere eseguite, ad esempio, col metodo di Schleiermacher; ma, per non dover ricorrere ad apparecchi piuttosto complicati, mi sono limitato a misure relative, servendomi del seguente apparato assai semplice.

Un recipiente cilindrico di vetro a pareti non troppo spesse e della capacità di circa 150 cm^3 , terminava superiormente colla femmina di un giunto a smeriglio, mentre il maschio del giunto stesso era attraversato da un buon termometro in decimi, fissato con mastice a perfetta tenuta: collocato a posto il giunto a smeriglio, il bulbo del termometro veniva a trovarsi proprio nel centro del recipiente.

Mediante tubulature laterali e un sistema di robinetti si poteva fare prima nell'apparecchio il vuoto colla Gaede e quindi introdurre il cloro a pressione ridotta (in quell'intervallo di pressioni in cui, come è noto, le misure di conducibilità termica non sono sensibilmente perturbate dalla convezione): la pressione era misurata mediante un manometro ad acido solforico.

Il recipiente era completamente circondato dall'acqua contenuta in un grosso bicchiere a pareti sottili e disposto vicino alle sue pareti; di modo che la luce inviata dalla sorgente attraversava soltanto, oltre alle due pareti di vetro, uno strato di acqua dello spessore medio di circa 1,5 centimetri.

Si facevano allora le seguenti serie di esperienze:

1.° — Essendo il bagno mantenuto a temperatura uniforme (16°), si esaminava l'aumento di temperatura del termometro in un dato tempo ($300''$) quando il recipiente era colpito dalle radiazioni.

2.° — Abbassato il bagno, lo si riscaldava a 21° : quindi sollevando di nuovo rapidamente il bagno, finchè in esso fosse di nuovo immerso il recipiente, già alla temperatura dell'ambiente (14°), si esaminava di quanto aumentava la temperatura in $300''$ a partire da 16° , ma tenendo il gas all'oscuro.

3.° — La stessa esperienza si ripeteva; illuminando il gas.

Queste operazioni si facevano tanto per l'aria quanto per il cloro: si eseguivano per l'aria soltanto allo scopo di avere un controllo delle esperienze eseguite col cloro potendo ritenersi come certo non essere la conducibilità dell'aria modificata dalle radiazioni della lampada.

Riporto qui per disteso il calcolo di un'esperienza relativa all'aria, a scopo di maggiore precisione e chiarezza

I. — Pressione mill: 25,3

a) *aria all'oscuro*; temperatura del bagno 21° : aumento di temperatura in $300''$ del termometro, a partire da 16°

$$a = 3^{\circ},68$$

b) *aria colpita dalle radiazioni*; temperatura del bagno uniforme a 16° : aumento di temperatura in $300'$ corretto per l'irradiazione verso le pareti

$$b = 0^{\circ},15$$

c) *aria esposta alle radiazioni*; temperatura del bagno 21° ; aumento di tempera in $300''$ a partire da 16°

$$c = 3,82.$$

Ora, essendo esclusa per l'aria un'azione della luce sulla conducibilità, dovrebbe essere $a + b = c$; l'esperienza dà: $a + b = 3,83$, di fronte a $c = 3,82$, con divergenza nei limiti degli errori di osservazione.

II. — Pressione mill 11,1

$$a = 3,70 \quad b = 0,15 \quad c = 3,83$$

mentre

$$a + b = 3,85.$$

Premesse queste esperienze per l'aria, ne eseguisco varie pel cloro a diverse pressioni e cioè:

I. — Pressione mill. 68,1

$$a = 2,89 \quad b = 0,41 \quad c = 3,29$$

mentre $a + b = 3,30$

II. — Pressione mill. 42,4

$$a = 2,91 \quad b = 0,39 \quad c = 3,32$$

mentre $a + b = 3,30$

III. — Pressione mill: 13,4

$$a = 3,00 \quad b = 0,32 \quad c = 3,29$$

mentre $a + b = 3,32$

IV. — Pressione mill. 8,8

$$a = 3,06 \quad b = 0,25 \quad c = 3,28$$

mentre $a + b = 3,31$.

La variazione di conducibilità, che potrebbe essere eventualmente prodotta dall'azione delle radiazioni, non sarebbe dunque ad ogni modo superiore al 3 ‰ del valore iniziale.

7.° — Prima di venire alla conclusione conviene aggiungere alcune osservazioni circa la possibile ionizzazione del cloro per effetto delle radiazioni. Veramente dopo le numerose, accurate ed esaurienti esperienze del *Ludham* (l. c.) sarebbe stato inutile da parte mia eseguire nuove determinazioni; ma poichè il *Ludham* stesso nel suo lavoro aveva constatato esservi ionizzazione apprezzabile, quando il cloro non è puro e secco, così ho voluto assicurarmi che il cloro adoperato nelle mie esperienze fosse veramente, come quello del *Ludham*, insensibile all'azione delle radiazioni adoperate, anche per quanto si riferisce alla ionizzazione.

A tale scopo adoperai di un apparecchio cilindrico vetro, chiuso sopra una base da un dischetto di quarzo dello spessore di circa un millimetro e per l'altra base da un disco di ebanite (fissato con mastice) attraverso al quale passavano i

due fili di sostegno di due lamine rettangolari di platino, di cui una era in comunicazione col suolo e l'altra (isolata mediante un cilindretto d'ambra) era collegata con un elettroscopio Gerdien.

Mediante opportuna manovra di robinetti inseriti nelle tubulature laterali dell'apparecchio, si poteva come al solito, fare prima in esso il vuoto e quindi introdurre il cloro, anche a diverse pressioni.

Ora, inviando attraverso alla finestra di quarzo un fascio di raggi della lampada ad arco o della lampada a vapori di mercurio, limitato in guisa da non colpire direttamente alcuna delle lamine, ma da essere quasi completamente assorbito dalla parete annerita del fondo, non si ebbe sensibile ionizzazione nè coll'aria, nè col cloro.

Rimangono dunque per questa parte confermate le conclusioni del Ludham, non potendo con ciò escludere che nelle esperienze del Trautz possa essersi verificata ionizzazione del gas, trattandosi di cloro impuro (per quanto probabilmente ionizzazione non molto intensa, causa il vetro interposto).

8.º — Circa le costanti fisiche del cloro si può concludere.

a) *L'attrito interno e la conducibilità termica del cloro non sono modificati in modo apprezzabile dalle radiazioni adoperate: lo stesso con grande probabilità e contrariamente alle conclusioni del Trautz si può dire per la capacità termica (calore specifico a volume costante).*

b) *Alla temperatura di 15º si ha: $\eta \times 10^7 = 1328$.*

c) *La conducibilità termica del cloro è, come ordine di grandezza, circa gli $\frac{8}{10}$ della conducibilità termica dell'aria.*

Istituto Fisico della R. Università di Torino.