

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXII.

1915

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIV.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1915

Fisica. — *Un apparecchio per lo studio dei gas e dei vapori che si svolgono dagli esplosivi a temperatura ordinaria.* Nota di D. CHIARAVIGLIO e O. M. CORBINO, presentata dal Socio EMANUELE PATERNÒ (1).

Nelle nostre ricerche sul sistema fulmicotone-nitroglicerina avevamo accertato che, a rarefazioni molto spinte, la tenuta degli apparecchi a vuoto, contenenti una sensibile quantità di esplosivo, non era più così buona come in assenza di questo; sembrava cioè che si sviluppasse progressivamente e costantemente una certa quantità di gas, per effetto di una decomposizione lenta dell'esplosivo, anche a temperature ordinarie.

Di questo sviluppo di gas a temperature ordinarie parlano tutti gli autori che trattano della stabilità degli esplosivi, deducendone l'esistenza sia dall'accertamento del medesimo fatto a temperature molto superiori, sia da osservazioni indirette quali, per es., la diminuzione del contenuto in azoto di polveri di vecchia data.

Tuttavia l'osservazione fatta allora incidentalmente, mentre si seguiva un obbiettivo diverso, ci sembrò meritasse uno studio particolareggiato per vedere se, con appositi apparecchi, fosse possibile misurare direttamente quello sviluppo gassoso e seguirlo d'ora in ora, per riconnetterlo con la importante questione dei metodi attualmente in uso nella determinazione del grado di stabilità degli esplosivi.

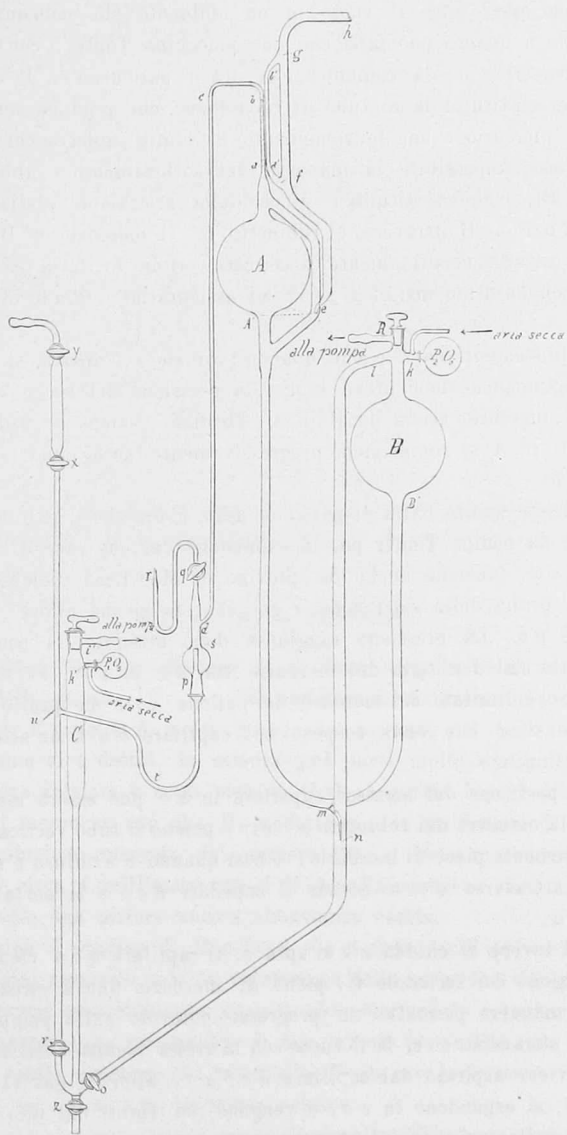
L'apparecchio da noi ideato a questo scopo, qual'è risultato da una lunga serie di esperienze orientative destinate a raggiungere le condizioni più favorevoli di funzionamento, e ad evitare per quanto era possibile le cause perturbatrici, è rappresentato nella seguente figura.

Esso permette che in un ambiente, dove è disposto l'esplosivo da studiare, si produca il vuoto più spinto che oggi si sappia ottenere, mercè la circolazione di una massa di mercurio che non viene mai in contatto con corpi estranei (tubi di caoutchouc, ecc.); permette inoltre che in quell'ambiente sia assolutamente eliminata la possibilità di rientrata di gas, che non siano quelli provenienti dall'esplosivo; consente infine che dei gas e dei vapori che si sviluppano lentamente da questo si misuri la pressione, coi metodi più delicati che si possan raggiungere, e che i gas stessi vengano accumulati e raccolti per poterli eventualmente analizzare.

Tutto l'apparecchio è in vetro, e le diverse parti sono saldate direttamente senza giunti a grasso. I palloni A e B, della capacità di circa due

(1) Pervenuta all'Accademia il 26 luglio 1915.

litri, comunicano per mezzo di un tubo a U le cui branche verticali sono lunghe più di 76 centimetri. Normalmente il pallone B è pieno di mercurio,



questo può spostarsi, attraverso al tubo a U, verso A, o essere richiamato in B, ricorrendo al rubinetto R che permette di far rientrare aria secca in B, o di farvi il vuoto con una pompa ausiliaria di qualunque natura.

Il pallone A è connesso a una serie di tubi disposti come in una pompa Töpler.

Così può esser fatto il vuoto in un ambiente che comunica con h , analogamente a quanto può farsi con una macchina Töpler; con la modificazione essenziale che la comunicazione fra i palloni A e B è in vetro, anziché esser costituita da un tubo di caoutchouc, che produce sempre alterazioni nel mercurio e nel funzionamento di simili apparecchi. E poichè viene così resa impossibile la manovra del sollevamento e abbassamento del pallone B, vi si è sostituito il giuoco della rarefazione e della rientrata dell'aria nel pallone B attraverso al rubinetto R. Il mercurio in B è sempre in contatto di aria accuratamente disseccata prima di farla rientrare; il palloncino con anidride fosforica serve ad assicurarne il grado di disseccamento.

I gas provenienti da h e che, quando l'orifizio e è aperto, si diffondono in A, vi raggiungono dopo breve tempo la pressione del luogo di origine. Se allora il mercurio passa da B in A, l'orifizio e viene a chiudersi, e i gas contenuti in A si comprimono progressivamente raccogliendosi nel tubo capillare ab .

Si riconosce subito dalla disposizione della figura che il pallone A oltre a funzionare da pompa Töpler per la espulsione dei gas raccolti attraverso al tubo $abcd$, funziona anche da provino di Mac-Leod, poichè permette di misurare, prima della espulsione, i gas che si trovano allora condensati nel capillare ab . La pressione raggiunta dopo ottenuta la compressione viene misurata dal dislivello del mercurio fra ab e $a'b'$. Il volume del gas compresso è limitato dal mercurio del pallone A, e da quello del tubo di espulsione dcb che resta sospeso nel capillare ba a un'altezza arbitraria.

Questa posizione del menisco superiore in ab può essere modificata a volontà con la manovra dei rubinetti x , e v ; poichè il tubo verticale $vuxy$ è permanentemente pieno di mercurio; e così quando v è chiuso e si apre x , il mercurio attraverso $utsd$ invade il capillare dcb e si porta al punto voluto in ba .

Qualora invece si chiuda x e si apra v , il capillare bcd viene a porsi in comunicazione col serbatoio C, pieno di mercurio fino a circa la metà.

Questa manovra permette un progresso notevole sulla pompa Töpler. E invero se attraverso i' si fa il vuoto con la stessa pompa ausiliaria, in C, il mercurio viene aspirato dal capillare dcb ; e allora i gas raccolti nel capillare ab , si espandono in cd , e vengono poi spinti dal mercurio proveniente dal pallone A, con che possono essere espulsi assai facilmente raccogliendosi sotto il rubinetto q . In queste condizioni il mercurio circola da A verso $abcd$ in colonnine frazionate, come in una pompa Sprengel, e permette così la espulsione completa del gas condensato in AB, espul-

sione che, come è noto, non si riesce a raggiungere nella Töpler quando il gas condensato si raccoglie in una bollicina che si fissa sulla parete del tubo.

Poichè nella manovra una certa quantità di mercurio è passata dal sistema A B al serbatoio C, basta, per riportarvelo, chiudere v , e aprire o , e far rientrare aria secca in C; con che attraverso alla punta nm il mercurio ripassa nel sistema A B quando si rifà il vuoto in B per preparare la successiva operazione.

Si può così riconoscere che l'apparecchio consente tutte le manovre necessarie, facendo circolare il mercurio sempre in ambiente secco e privo di corpi estranei.

I rubinetti o , v , x (attraverso ai quali il liquido è obbligato a passare solo in piccolissima parte a ogni manovra), sono costruiti in modo speciale che permette quasi l'eliminazione dei grassi, sempre pericolosi per l'inquinamento che ne consegue nel mercurio. Essi del resto, come si riconosce dalla figura, restano sempre sotto pressione di colonne di mercurio superiori a 76 centimetri, e perciò non sono da temere, anche in caso di non perfetta tenuta, possibili rientrate di aria.

I gas espulsi vengono, come si è detto, raccolti fra d e g ; con manovre facili a concepire essi possono essere estratti, per l'eventuale analisi, attraverso al rubinetto g e al capillare ricurvo r .

MISURA DELLA PRESSIONE.

La pressione dei gas raccolti in A viene eseguita, come si è detto, servendosi dello stesso pallone, e del capillare sovrastante, come di provino di Mac-Leod. E poichè è molto grande la capacità del pallone A (circa due litri, come si è detto), la misura può farsi molto esattamente anche se la pressione iniziale è assai piccola. Così se questa è solo di un centomillesimo di mercurio, con che il prodotto $p v$ in millimetri di mercurio-millimetri cubici è misurato del numero 20, si potranno raccogliere nel capillare ab circa 4 millimetri cubici di gas alla pressione di 5 millimetri, il che permette una misura ancora abbastanza esatta.

Ma poichè il provino di Mac-Leod che si fonda sull'applicazione della legge di Boyle, permette solo la valutazione della pressione dei gas, e non quella dei vapori eventualmente presenti, abbiamo creduto opportuno aggiungere all'apparecchio un manometro di non minore sensibilità, ma capace di misurare la totale pressione del miscuglio di gas e vapori, senza bisogno di comprimerli, per la misura, in minor volume.

Ci siamo per questo fondati sulla dissipazione di calore provocata dalle particelle gassose presenti su una spirale di filo di platino, lievissimamente riscaldata da una corrente elettrica, avente la resistenza di circa 23 ohm, e disposta in un'ampolla di vetro saldata all'apparecchio a vuoto.

La spirale costituiva una delle branche di un ponte di Wheatstone, disposto con tutte le cautele per le misure di grande precisione.

La corrente elettrica che alimentava il ponte serviva insieme per il riscaldamento della spirale, di una diecina di gradi, e per la misura della resistenza di essa. E poichè l'ampolla era immersa in un termostato a duplice involucro che garantiva entro un millesimo di grado la costanza della temperatura della parete di vetro, mantenuta a circa zero gradi, e poichè, d'altra parte, un dispositivo potenziometrico di alta precisione permetteva, per confronto con una pila normale Weston, che la corrente riscaldatrice fosse tenuta ad un valore determinato e costante entro i limiti di un ventimillesimo, ne risulta che la temperatura e quindi la resistenza assunta dalla spirale, e misurata dal ponte, è funzione soltanto della pressione dei gas e dei vapori che circondano la spirale.

La legge di dipendenza fra la pressione del gas ambiente e la temperatura, e quindi la resistenza assunta dalla spirale, non è facile a dedurre *a priori*. Essa, secondo le belle ricerche di Knudsen, sarebbe lineare per un filo molto sottile, anche dentro limiti estesi di variazione della pressione. Ma non è più tale, come risulta da alcune esperienze eseguite con una spirale identica alla nostra dai dott. Marini e Blache, qualora il filo non sia di spessore piccolissimo.

D'altro canto se si vuole adoperare una corrente riscaldatrice non troppo debole, perchè il dispositivo elettrico abbia una sufficiente sensibilità, e se si vuole inoltre che il filo resti a una temperatura non troppo superiore a quella ambiente, occorre che esso non sia sottilissimo. Fu quindi necessario eseguire una taratura diretta, determinando caso per caso la legge di dipendenza fra la pressione e la resistenza del filo, ciò che poteva farsi facilmente col nostro apparecchio, ricorrendo a un gas di nota costituzione, modificandone progressivamente la pressione, e misurando questa al provino di Mac-Leod, mentre si seguiva al ponte la legge di variazione della resistenza.

Si potè così tracciare una curva che mette in relazione la pressione del gas e la resistenza della spirale. La curva ottenuta ha valore, rigorosamente, solo per il gas che fu usato nelle esperienze di taratura. Ma la teoria della trasmissione del calore a traverso i gas, nel regime delle alte rarefazioni, quale è stata svolta nelle Memorie del Knudsen e confermata nel miglior modo desiderabile dalle sue ricerche sperimentali, permette di prevedere che nelle nostre condizioni la curva tracciata può anche servire per qualunque gas o vapore, purchè di costituzione molecolare poliatomico.

E invero la forma di elica a fitte spire data al filo, e il suo spessore non piccolissimo, permettono di considerare come eguale a 1 il coefficiente di accomodazione della teoria di Knudsen. La trasmissione del calore viene allora a essere determinata solo dal coefficiente teorico di conducibilità del gas; che, per il regime delle pressioni assai basse, dipende alla sua volta da

alcune costanti molecolari in modo conosciuto. E si può facilmente riconoscere che il coefficiente medesimo è praticamente lo stesso per quei gas le cui molecole abbiano il medesimo numero di gradi di libertà, cosicchè sia lo stesso il rapporto fra i calori specifici a pressione e a volume costante. Si potrà quindi, senza errore notevole, ammettere la identità del coefficiente per quei gas o vapori a costituzione molecolare complessa, che conferisce alla molecola il maggior numero possibile di gradi di libertà, cioè 6; e ricorrere per la taratura del manometro elettrico a uno di questi gas, per i quali sia facile la misura della pressione al provino di Mac-Leod. Che se nell'ambiente limitato comune al provino e al manometro elettrico si introduce un miscuglio di gas e vapori, il primo misurerà la sola pressione parziale dei gas, il secondo la pressione totale del miscuglio; e si potrà così dedurre la tensione dei vapori presenti.

Le condizioni da noi realizzate nella disposizione elettrica del ponte eran tali che la variazione di un milionesimo di millimetro nella pressione del gas intorno al filo di platino produceva lo spostamento di circa un millimetro sulla scala del galvanometro. Erano quindi nettamente percepibili le variazioni della tensione del vapore di mercurio che riempiva l'apparecchio quando se ne provocava con un lieve raffreddamento sotto zero gradi la parziale condensazione prima dell'ampolla contenente il filo di platino e immersa nel termostato a ghiaccio.

Con l'apparecchio sopradescritto noi abbiamo eseguito una lunga serie di esperienze preliminari sullo sviluppo progressivo di gas occlusi da parte di corpi pulverulenti come l'anidride fosforica, come anche da parte di sostanze esplosive come il fulmicotone. E possiamo annunziare fin da adesso che la legge di sviluppo continuo di gas da parte del fulmicotone rivela nettamente un processo di lenta decomposizione a temperatura ordinaria. Non si poteva invero attribuire lo sviluppo di gas osservato a semplice liberazione di gas imprigionati nella massa pulverulenta, poichè veniva ridotto a circa la decima parte raffreddando l'esplosivo dalla temperatura ambiente a quella di zero gradi; mentre per lo sviluppo dei gas semplicemente occlusi in corpi pulverulenti un simile abbassamento di temperatura avrebbe prodotto un effetto trascurabile.

La ricerca presenta, a nostro parere, un grande interesse, poichè lo sviluppo progressivo di gas per lenta decomposizione alla temperatura ordinaria è legata ad una modificazione continua dell'esplosivo, colla quale a sua volta è intimamente connesso lo stato di conservazione ed il grado di conservabilità dell'esplosivo stesso: ora è noto con quanta incertezza noi possiamo renderci conto dello stato di conservazione e del grado di conservabilità di un dato esplosivo, i migliori indizii per ciò non potendosi trarre nella pratica che dagli ordinari metodi per la misura della stabilità nei quali gli

esplosivi sono sottoposti a riscaldamento (da 80 a 135°) che sono ben lungi dal rappresentare le ordinarie condizioni di conservazione.

La possibilità di accertare e misurare la lenta decomponibilità di questi corpi già alla temperatura ordinaria offre quindi il modo di impostare la questione della stabilità e della conservabilità su basi completamente nuove e assai promettenti; noi non possiamo per ora continuare queste ricerche; ci riserviamo tuttavia di riprenderle quando ne avremo la possibilità.

Fisica. — *Interruttore elettrolitico per la corrente alternata* ⁽¹⁾.

Nota di G. C. TRABACCHI, presentata dal Socio P. BLASERNA ⁽²⁾.

Quando si deve far funzionare con la corrente alternata un rocchetto che debba servire per alimentare dei tubi per la produzione dei raggi X, uno dei più gravi problemi che si incontrano è certo quello della scelta dell'interruttore.

L'impiego della corrente alternata viene imposto sovente dal fatto che la distribuzione urbana della energia elettrica è fatta in quasi tutti i paesi con tale corrente e i piccoli impianti, specialmente se debbono essere trasportabili, non possono in generale essere muniti di complessi dinamo-motore atti a trasformare localmente la corrente alternata in continua.

La soluzione ideale del problema è per ora rappresentata dal noto interruttore a turbina, azionato da un motore sincrono, il quale interrompe la corrente nell'istante in cui essa assume i suoi valori massimi: alcuni di tali interruttori utilizzano solo la metà di ogni periodo, altri, più perfezionati, con opportuni dispositivi utilizzano ambedue i semiperiodi; uno spinterometro a punta e piano inserito nel senso conveniente tra un polo del rocchetto e il tubo è sufficiente per eliminare le correnti di chiusura che sono sempre molto deboli.

Tali interruttori sono però assai costosi e per di più non ne è facilissimo l'uso e la manutenzione, così che è andato diffondendosi l'*interruttore elettrolitico* malgrado le difficoltà che presenta il suo uso con la corrente alternata.

I difetti essenziali dell'interruttore elettrolitico con la corrente alternata sono principalmente due:

1° La punta di platino si logora rapidamente essendo ad ogni periodo sottoposta per la metà del tempo a funzionare da catodo.

2° Durante il semiperiodo in cui la punta è catodo, e che diremo *semiperiodo inverso*, avvengono delle interruzioni, in generale irregolari, le

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto Fisico della R. Università di Roma.

⁽²⁾ Pervenuta all'Accademia il 29 luglio 1915.