

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA NAZIONALE  
DEI LINCEI

ANNO CCCXX  
1923

---

SERIE QUINTA

---

RENDICONTI

---

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

---

VOLUME XXXII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

---

1923

Una coppia di natura analoga e avente il medesimo valore è stata prevista da M. Born<sup>(1)</sup> per il caso di un dielettrico costituito da molecole che siano dipoli elettrici e disposto in un campo elettrostatico rotante.

E le esperienze eseguite da P. Lertes<sup>(2)</sup>, che hanno messo in evidenza e misurate queste azioni di trascinamento esercitate da un campo rotante di alta frequenza su vari liquidi isolanti, hanno permesso di determinare il valore del momento  $A$  del dipolo elettrico molecolare, confermandosi l'ordine di grandezza dedotto con altri procedimenti.

Nel nostro caso non è necessario un campo magnetico di così alta frequenza come quelli sperimentati dal Lertes. Già un campo rotante ricavato da correnti di frequenza industriale basta a determinare misurabili azioni meccaniche di trascinamento sul ferro Bravais, come sarà esposto in una prossima Nota.

**Meccanica.** — *Sull'impiego dell'elio nei dirigibili*<sup>(3)</sup>. Nota del  
Corrisp. G. ARTURO CROCCO.

La questione dell'elio può oggi porsi nel modo seguente.

Il censimento dei pozzi americani ha dato un gettito complessivo di questo gas pari a 30.000 metri cubi al giorno, di cui circa un terzo di agevole collezione mediante una spesa d'impianto di circa 70 milioni di dollari.

Ammortizzando tale spesa per la durata media dei pozzi, presunta in venti anni, e aggiungendovi le spese di produzione, si ottiene per l'elio compresso un costo minimo di circa 2 dollari per  $m^3$ .; in relazione ad una probabile produzione annua di *tre* milioni di metri cubi.

Preseindendo dalle applicazioni militari, i cui bisogni non dipendono da valutazioni economiche, è conveniente nelle applicazioni civili sostituire l'elio all'idrogeno, il cui costo è 15 volte minore e la cui disponibilità è indefinita?

Valutiamo perciò il consumo annuo di una aeronave; e in conseguenza il totale tonnello di aeronavi che con la limitata disponibilità americana può tenersi in esercizio.

Il consumo di gas di un'aeronave è dovuto: *a)* alla diffusione osmotica; *b)* ai lavaggi necessari per mantenere una determinata purezza; *c)* ai consumi di navigazione.

<sup>(1)</sup> M. Born, Z. S. für Phys, 1, p. 222; 1920.

<sup>(2)</sup> P. Lertes, Z. S. für Phys, 6, p. 56; 1921.

<sup>(3)</sup> Comunicazione fatta nella seduta del 3 giugno 1922.

Di queste tre cause, nell'attuale stato della tecnica e della pratica, la più importante è la terza: che assumerebbe poi valori rilevantissimi in un regolare traffico commerciale.

*Consumi di navigazione.* — Nel fatto un'aeronave non interamente piena che si mantenga sempre in equilibrio termico con l'aria ambiente, conserva a qualsiasi quota inalterata la sua forza sustentatrice, e perciò si alleggerisce nel suo cammino di tanto quanto è il peso del combustibile consumato.

Essa è quindi *teoricamente* obbligata a perdere durante il viaggio tanto gas quanto corrisponde a tale alleggerimento: ossia, in cifra tonda, un metro cubo di gas per ogni chilo di combustibile bruciato.

*Praticamente* intervengono vari fattori, prevedibili e non prevedibili, ad alterare la semplicità di questa regola: e cioè squilibrii alla partenza, variazioni di temperatura tra aria e gas dovute a variazioni dell'irradiazione solare, depositi estranei sull'involucro, sostentamento dinamico, squilibrii all'arrivo: tanto che un abile pilota, scegliendo opportunamente i tempi e le manovre, e sapendo sfruttare le circostanze meteorologiche, può compiere eccezionali viaggi senza il minimo spreco di gas. Ma queste abilità personali nulla tolgono alla generalità della regola suddetta, soprattutto in un servizio commerciale regolare, ad orario itinerario e quota di navigazione mediamente determinate.

Ora se appunto si calcolano i consumi, in base alla regola del metro cubo per chilo, per lunghi viaggi e traffico annuo intensivo (p. es. quattromila ore), si trova che un'aeronave di media cubatura intorno ai 100,000 m<sup>3</sup>., provvista di circa 3600 HP e navigante a  $\frac{1}{2}$  forza con consumo orario medio di Kg. 500, consumerebbe in un anno 2,000,000 m<sup>3</sup>. di gas: ossia *venti* volte il suo volume. Cosicchè quasi tutta la produzione di elio americano sarebbe assorbita dai rifornimenti di una sola elionave: e il suo costo si eleverebbe a cifre proibitive.

Del resto anche adoperando idrogeno questi consumi sarebbero eccessivi: e d'altra parte una pratica autonomia nei dirigibili non si potrà mai avere, finchè non si eliminerà il vincolo dei rifornimenti di gas, mediante la integrale compensazione dei consumi di combustibile in navigazione.

Per buona ventura questa compensazione può dirsi risolta in principio nella generalità dei casi probabili in pratica, come ci riserviamo di esporre in una successiva Nota: onde delle tre cause alle quali si deve il rifornimento di gas di un'aeronave la più grave deve ritenersi eliminabile totalmente.

Rimangono le altre due, che passiamo ad esaminare.

*Diffusione osmotica.* — Sebbene non si abbiano ancora numerosi dati sulla perdita osmotica dell'elio nei vari tessuti aeronautici, gli esperimenti sin qui compiuti hanno riscontrato a parità di strato impermeabile una diffu-

sione di poco più che la metà di quella dell'idrogeno. Esperienze compiute all'Istituto Aeronautico di Roma <sup>(1)</sup> su stoffe gommate italiane con peso  $p$  di gomma tra 80 e 160 grammi per metro quadrato darebbero, con molta approssimazione, a temperatura ordinaria, una media perdita di pari a  $\frac{520}{p}$  litri nelle ventiquattro ore (le stesse esperienze darebbero per l'idrogeno una media perdita di  $\frac{1000}{p}$  litri nelle ventiquattro ore).

Esperienze americane anteriori <sup>(2)</sup> sull'idrogeno non sembrano verificare la legge della proporzionalità inversa al peso  $p$ ; e rivelano inoltre un elevato fattore di temperatura. Ma esse dimostrano per contro la possibilità di perdite assai minori, anche per elevate temperature, con impermeabilizzazioni di tipo speciale.

Cosicchè non appare esagerato ammettere per ora una perdita in ragione di *tre* litri per metro quadrato nelle 24 ore, relativa ai tessuti di prevedibile impiego per un involucro della capacità innanzi considerata, anche nella ipotesi che colla necessità si affinerà di molto la tecnica della impermeabilizzazione dei tessuti.

Con questa cifra il dirigibile sovraccitato la cui superficie disperdente ascende a 18,000 m<sup>2</sup>, perderebbe annualmente per osmosi 19440 m<sup>3</sup> di gas ossia meno del 20 % del suo volume.

E per volumi maggiori si avrebbero perdite relative anche minori a causa non sólo del minor rapporto tra superficie e volume <sup>(3)</sup>, ma anche pel maggior peso unitario di sostanza impermeabilizzante.

*Rifornimento di lavaggio.* — Attualmente i rinnovamenti di gas dovuti ai consumi di navigazione sono sufficienti a mantenere nell'involucro una sufficiente purezza. Ma, soppressi questi rinnovamenti, il *lavaggio* del gas diviene una necessità giornaliera di maggiore importanza della perdita osmotica. Nel fatto per ogni metro cubo di elio uscente per osmosi penetrano nell'involucro circa 400 litri di aria, che bisogna togliere se si vuol mantenere un grado di purezza costante. Se  $\alpha$  è questo grado medio di purezza ed  $\omega$  la perdita osmotica percentuale nell'unità di tempo, per togliere la corrispondente quantità d'aria,  $0,4\omega$ , occorrerà sostituire nell'unità di tempo un volume percentuale d'elio impuro pari a  $\frac{0,4\omega}{1-\alpha}$  con altrettanto d'elio puro.

Così ad esempio volendo mantenere una purezza  $\alpha$  del 96 % con la perdita osmotica annua del 20 % anzi calcolata, occorrerà un lavaggio annuo pari al *doppio* del volume del dirigibile.

<sup>(1)</sup> Gallo, *L'elio in aeronautica*, Rend. dell'I. A., n. I, del 1° febbraio 1921.

<sup>(2)</sup> Nat. Adv. Comm. f. A, del 1915. Report n. 6.

<sup>(3)</sup> Vedi questi Rendiconti, fasc. 10° del 1922.

Per buona ventura anche questa notevole causa di consumo si può totalmente eliminare, mediante la rigenerazione o ripurificazione dell'elio; estraendo cioè l'aria, che lo inquina, mediante raffreddamento e conseguente liquefazione. In America son già in servizio impianti purificatori montati su carri ferroviari. Ma in navigazione civile basteranno impianti fissi di potenzialità oraria limitata, integrati da un doppio serbatoio di rifornimento. Il lavaggio si compie allora, periodicamente, coll'elio già purificato, mentre quello impuro che si estrae viene poi purificato nell'intervallo di tempo.

Riassumendo delle tre cause di rifornimento dell'elio che abbiamo esaminate e cioè consumi di navigazione, lavaggio e perdita osmotica, le quali stanno tra loro nei rapporti 100, 10, 1, soltanto la perdita osmotica rimane ineluttabile, in ragione media annua del 20 % del volume di rifornimento. Ciò ha due conseguenze fondamentali.

La prima che, ridotto a questa unica causa la necessità del rifornimento, la disponibilità dell'elio americano diviene capace di intrattenere, non già una sola, ma centocinquanta aeronavi della cubatura media indicata, e cioè un tonnellaggio complessivo di 15 milioni di metri cubi, sufficiente a una flotta aerea civile mondiale.

La seconda che il costo dell'elio diviene accessibile all'economia della navigazione, poichè oltre al volume occorrente al gonfiamento basta un rifornimento annuo nella massima misura del 20 %: o in altri termini che il gas originario di gonfiamento si esaurisce in un tempo minimo di cinque anni.

L'elio, così inteso, non è più un materiale di consumo, ma un materiale da costruzione il cui *capitale di impianto è ammortizzabile in cinque anni*: e perciò la sua sostituzione all'idrogeno nelle imprese civili diviene possibile e conveniente.