

PROVINCIALE

BIBLIOTECA

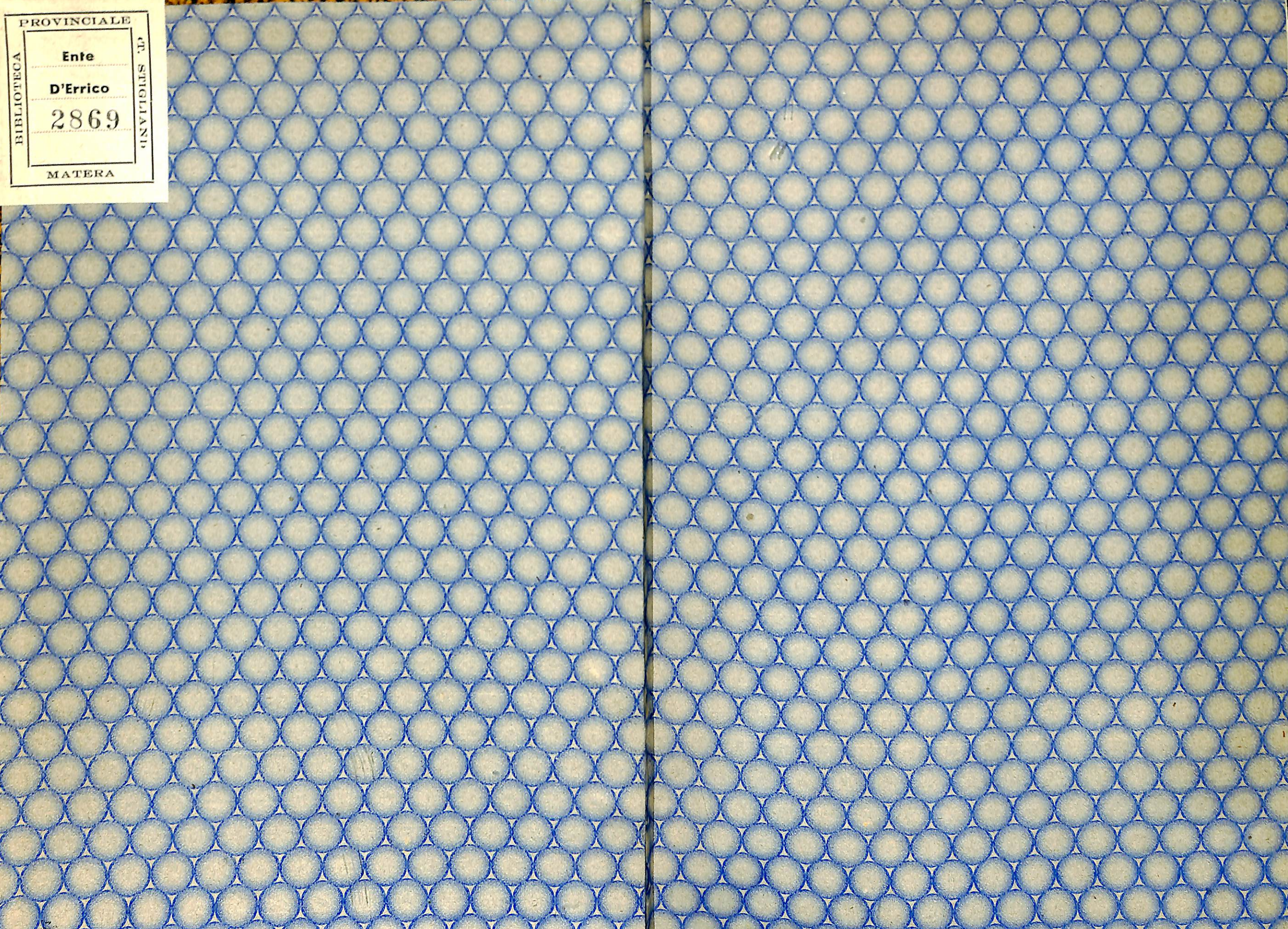
Ente

D'Errico

2869

MATERA

UNIVERSITÀ



IL MUSEO

DELLE SCIENZE E DELLE ARTI

92158

IL MUSEO

DELLE
SCIENZE E DELLE ARTI
OPERA
DEL

DOTT. DIONIGI LARDNER

PROF. EMERITO DI FISICA E ASTRONOMIA AL COLLEGIO DELL'UNIVERSITA' DI LONDRA,
DOTTOR IN LEGGE DELLE UNIVERSITA' DI CAMBRIDGE E DI DUBLINO,
MEMBRO DELLE SOCIETA' REALI DI LONDRA E DI EDIMBURGO, ECC , ECC.

PRIMA TRADUZIONE ITALIANA DALL'ORIGINALE INGLESE

CON NOTE ED AGGIUNTE

ILLUSTRATA DA CIRCA 1200 INCISIONI

ORDINAMENTO DELL'OPERA

Vol. I. La Terra. — Vol. II. Il Cielo. — Vol. III. Fisica.

Vol. IV. Meccanica e industria

Vol. V. Mezzi di comunicazione. — Vol. VI. Storia naturale.

Vol. III.
FISICA

MILANO

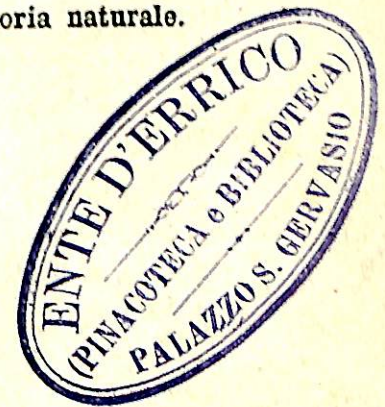
DOTT. FRANCESCO VALLARDI, TIP.-EDITORE

NAPOLI

PALERMO

Strada Sant'Anna dei Lombardi, N. 27.

Corso Vittorio Emanuele, N. 392.



PROPRIETA' LETTERARIA

Tip. del Dott. Francesco Vallardi.

SOMMARIO DELL'OPERA

ERRORI DEI SENSI.

1. Insufficienza del testimonio dei sensi. — 2. Errori dell'occhio. — 3. Grandezza apparente del Sole e della Luna. — 4. Meccanismo dell'occhio. — 5. Percezione del colore. — 6. Errori dell'odorato, del gusto e del tatto. — 7. Errori quanto al numero. — 8. Impressioni ritenute dall'occhio. — 9. Errori quanto alla distanza. — 10. Errori del tatto: temperatura apparente. — 11. Ragguagli alla temperatura del corpo umano. — 12. Causa del freddo apparente del vetro e della porcellana. — 13. Deste avvertenze dei cerretani, che si espongono a temperature cocenti. Pag. 1.

L'ARIA.

1. L'aria è indispensabile alla vita. — 2. Della respirazione. — 3. L'aria fresca, rinnovata, è necessaria. — 4. Creduta immateriale dagli antichi. — 5. È materiale: suo peso, suo moto. — 6. Modo di pesarla. — 7. L'atmosfera. — 8. Pressione che essa esercita. — 9. Perché non ischiacci i corpi. — 10. Spiegazione somministrata dalle coppette. — 11. Compressibilità. — 12. Elasticità. — 13. Pressione elastica. — 14. Varia a norma della densità. — 15. Strati atmosferici alla superficie della terra e a maggiori altezze. — 16. L'aria creduta per lo passato un elemento. — 17. L'aria è un composto. — 18. Gas. — 19. Proporzione dei costituenti dell'aria. — 20. Azoto o nitrogeno. — 21. Ossigeno. — 22. Combustione. — 23. Suoi prodotti. — 24. Acido carbonico. — 25. Improprio alla respirazione. — 26. Aria impura, risultato della combustione delle legne e dei combustibili che servono per l'illuminazione. — 27. Ventilazione dei pubblici edifizi. — 28. Acido carbonico dei liquidi in fermentazione. — 29. Producesi in tutti i cambiamenti spontanei che avvengono nella materia morta. — 30. Gas soffocante. — 31. L'acido carbonico sparso nell'atmosfera. — 32. Sviluppato nella respirazione. — 33. Aria vitale. — 34. Aria venefica degli appartamenti di troppo affollati. — 35. Necessità della ventilazione. — 36. L'aria non è, assolutamente parlando, nè trasparente nè incolore. Pag. 23.

IL SUONO.

1. Definizione. — 2. L'aria conduttrice del suono. — 3. Propagazione progressiva del suono. — 4. Ampiezza delle onde sonore. — 5. Suoni musicali, come sieno caratterizzati. — 6. Altezza o tono. — 7. Forza. — 8. Timbre. — 9, 10, Velocità. — 11. Distanze misurate col suono. — 12. La densità dell'aria influisce sulla forza dei suoni. — 13. Effetti delle agitazioni atmosferiche. — 14. Propagazione del suono attraverso i liquidi. — 15. Attraverso i solidi. — 16. Effetti dell'elasticità dell'aria. — 17. Esperienze di Chladni. — 18. Monocordo. — 19. Vibrazione delle corde musicali. — 20. Si spiega la causa dell'armonia. Pag. 47.

L'ACQUA.

1. L'Acqua può esistere allo stato solido, allo stato liquido, o allo stato di vapore. — 2. Non ha colore nè sapore. — 3. Suo peso. — 4. È dilatata dal calore. — 5. Grado della maggiore sua densità. — 6. Punto di congelazione. — 7. Punto d'ebollizione. — 8. Evaporazione. — 9. Calore assorbito nell'evaporazione. — 10. Evaporazione superficiale. — 11. Aria satura di vapore. — 12. Processo di prosciugamento. — 13. E

sempio somministrato dalle strade. — 14. Prosciugamento delle biancherie. — 15. Il vento favorisce il prosciugamento. — 16. L'acqua non è mai pura naturalmente. — 17. Essa contiene dell'aria. — 18. Ed altre sostanze in soluzione; acqua cruda. — 19. Acqua dolce. — 20. Sorgenti minerali. — 21. Filtrazione. — 22. Filtro di carta. — 23. Filtri artificiali. — 24. — L'acqua non è assolutamente incolore. — 25. Modo di ottenere l'acqua assolutamente pura. — 26. L'acqua di pioggia è pressochè tale. — 27. Acqua di fiume; acqua del Tamigi. — 28. L'acqua non è elemento; sua composizione. — 29. Processi di depurazione. — 30. Distillazione dell'acqua. — 31. Conversione del vapore in acqua. — 32. Peso del vapore. — 33. Condensazione. — 34. Apparecchio distillatorio. — 35. Composizione e decomposizione. — 36. Ossigeno ed idrogeno. — 37. Idrogeno. — 38. Quello dei palloni aerostatici. — 39. Infiammabile. — 40. Acqua prodotta dalla artificiale combinazione dell'ossigeno e dell'idrogeno. — 41. Apparecchio per questa esperienza. — 42. Composizione dell'acqua. — 43. Analisi dell'acqua. — 44. Mediante la corrente voltaica. — 45. Con altri processi. — 46. Col potassio ed il sodio. — 47. Col ferro. *Pag. 57.*

IL FUOCO.

1. Il fuoco considerato altre volte come un elemento. — 2. Combustione. — 3. Combustibile. — 4. Carbonio. — 5. Idrogeno. — 6. Fuoco di carbone. — 7. Suo effetto sull'aria. — 8. Esperienze sulla combustione del carbone. — 9. Combustione dell'idrogeno. — 10. Come si mantenga la combustione. — 11. Il carbonio abbrucia senza fiamma. — 12. Cosa è la fiamma? — 13. La combustione dell'idrogeno produce del fuoco. — 14. Tutti i combustibili producono dell'acido carbonico e dell'acqua. — 15. Idrogeno carburato. — 16. Il carbonio rende bianca la fiamma. — 17. Gas oleo. — 18. Idrogeno leggermente carburato. — 19. Fuoco di gas infiammabile. — 20. Fuochi fatui o folletti. — 21. Esperienze. — 22. Idrogeno assai carburato. — 23. Carbon fossile. — 24. Spiegazione del fuoco di carbone. — 25. Prodotti della sua combustione. — 26. Suoi effetti sull'aria. — 27. Legna. — 28. Combustibili impiegati per l'illuminazione. — 29. Loro effetto sull'aria. — 30. Costruzione delle grate e dei cammini. — 31. Analisi di un fuoco di carbone ordinario. — 32. Esso riscalda e promuove la ventilazione. — 33. Necessità della ventilazione. — 34. Azione nociva e benefica delle piante durante la notte. — 35. Effetto degli appartamenti troppo affollati ed illuminati. — 36. Spiegazione della combustione d'una candela. — 37. Di quella delle lampade. *Pag. 81.*

LA LAMPADA DI SICUREZZA.

1. Preliminari. — 2. Il gas di miniera. — 3. Sir Humphry Davy inventa la lampada di sicurezza. — 4. Natura e proprietà della fiamma da lui scoperta e applicata alla propria invenzione. *Pag. 101.*

IL VAPORE.

1. Potenza del Vapore manifestata dalla evaporazione naturale. — 2. Primi tentativi di applicarla alle macchine. Invenzioni di Watt. — 3. Efficacia della potenza del vapore sul genere umano. — 4. Servigi che rende al commercio, all'industria. — 5. Analisi del suo modo di operare. — 6. Combustione della legna o del carbone. — 7. Forza prodotta dall'evaporazione dell'acqua. — 8. Il vapore è un fluido aeriforme invisibile. — 9. Misura della sua forza meccanica. — 10. Calorico assorbito o reso latente nella evaporazione. — 11. Calorico latente del vapore. — 12. Effetti che nascono col variare la pressione. — 13. La forza meccanica del vapore non dipende dalla pressione. — 14. Forza prodotta dalla espansione. — 15. Forza prodotta dalla condensazione. — 16. Applicazione delle tre forze nominate alle macchine a vapore. — 17. Il vapore può operare sullo stantuffo in diverse maniere. — 18. Forni e caldaje. — 19. Facoltà evaporante dei combustibili. — 20. Artifizj per risparmiare calorico. — 21. Per diminuirne la perdita cagionata dalla irradiazione. — 22. Ispezione ufficiale e rapporti ufficiali sulle macchine a vapore di Cornovaglia. — 23. Grande progresso nella potenza delle macchine a vapore. — 24. Misura effettiva della potenza meccanica del carbon fossile. — 25. Esempi che la chiariscono. Le piramidi di Egitto. — 26. Il ponte di Menai. — 27. Le locomotive. — 28. È inverosimile che le miniere di carbon fossile si esauriscano. — 29. Ragionevole aspettazione di nuove scoperte scientifiche. *Pag. 105.*

IL TERMOMETRO.

1. Calorico. — 2. Calorico sensibile. — 3. Calorico latente. — 4. Contrazione e dilatazione. — 5. Fusione e solidificazione. — 6. Vaporizzazione e condensazione. — 7. Incandescenza. — 8. Combustione. — 9. Temperatura. — 10. Facoltà conduttrice.

— 11. Calorico raggiante. — 12. Alcuni corpi danno passaggio al calorico raggiante. — 13. Altri lo riflettono. — 14. Mezzi di misurare i varj gradi di calore. — 15. Termometri a mercurio. — 16. Preparazione del mercurio. — 17. Scelta del cannello. — 18. Come si fabbrichi il bulbo. — 19. Come si empia il termometro. — 20. Scala del termometro. — 21. Sua graduazione. — 22. Punto dello sgelio. — 23. Punti fondamentali. — 24. Temperature dello sgelio e dell'ebullizione adottate generalmente. — 25. Scala di Fahrenheit. — 26. Centigrada. — 27. Di Réaumur. — 28. Dilatazione del mercurio. — 29. Uniformità di questa dilatazione. — 30. Termometro campione. — 31. Estensione della scala. — 32. Perché si usi il mercurio ne' termometri. — 33. Termometrografo. — 34. Termometri ad alcool. — 35. Termometro ad aria. — 36. Termometro differenziale. *Pag. 127.*

IL BAROMETRO.

1. Origine del nome. — 2. Condizioni necessarie a rendere utile lo strumento. — 3. Purgare il mercurio. — 4. Nettare il tubo. — 5. Riempire il tubo. — 6. Invertirlo nel pozzetto. — 7. Costruzione del barometro. — 8. Effetto della temperatura sulla colonna barometrica. — 9. Riconoscere se è perfetto il vuoto superiormente alla colonna di mercurio. — 10. Espedienti per rendere appariscenti le minime variazioni di altezza. — 11. Barometro a squadra. — 12. Barometro a quadrante. — 13. Barometro comune a sifone. — 14. Il Barometro adoperato per la misura delle altezze. — 15. Influenza della temperatura degli strati d'aria sulla loro densità. — 16. Abbassamento del barometro nell'ascensione areostatica di Gay-Lussac. — 17. Limiti delle variazioni barometriche in un dato luogo. — 18. Variazioni diurne. — 19. Come le variazioni barometriche possano servire a pronosticare il tempo. — 20. Falsità delle regole popolari. — 21. Pronostici barometrici. *Pag. 147.*

LA LUCE.

1. Descrizione dell'occhio e del modo con cui gli è trasmessa la luce. — Maniere in cui si rendono visibili gli oggetti. — 2. Analogia dell'occhio coll'organo dell'olfatto. — 3. Analogia tra l'occhio e l'orecchio. — 4. Etere luminifero. — 5. Teoria dell'emissione. — Teoria delle ondulazioni. — 6. Esposizione ed esame della teoria delle ondulazioni. — Scoperta di Roemer e velocità della luce. — Soluzione di Newton del problema delle ampiezze o lunghezze delle onde luminose. — Altezza delle onde luminose. — Tavola delle lunghezze delle onde luminose di ciascun colore. — 7. Considerazioni sulle due teorie della luce. — 8. L'idea della teoria delle ondulazioni sostenuta da Cartesio, da Hooke e da altri. — Si deve attribuire ad Huyghens l'onore di averla ridotta dallo stato di ipotesi ad una forma definita. — Raziocinii meccanici del dottor Young. — 9. Malus scopre la polarizzazione della luce per riflessione. — La teoria delle vibrazioni viene assai estesa da Fresnel, Arago, Poisson, Herschel, ed altri. — 10. Analogie fra la luce ed il calorico. — Scoperta di Herschel che apparentemente stabilisce una indipendenza fra gli effetti calorifici e i luminosi dei raggi solari. — Esperienze di Berard. — 11. Corpi luminosi e non luminosi. — 12. Trasparenza ed opacità. *Pag. 161.*

I COLORI.

CAPITOLO PRIMO. 1. I colori dei corpi dipendono dalle luci che ne sono riflesse. — 2. Corpi luminosi e non luminosi. — 3. Sorgenti di luce. — 4. Corpi non luminosi. — 5. Trasparenza ed opacità. — 6. La trasparenza non è mai perfetta. — 7. L'opacità non è mai perfetta. — 8. I corpi ci sono resi visibili dalla luce che riflettono. — 9. Riflessione irregolare. — 10. Diversità nel potere riflettente delle superficie dei corpi. — 11. Anche i corpi più neri riflettono qualche po' di luce. — 12. La riflessione irregolare è necessaria per la visione. — 13. Ufficio dell'atmosfera nella diffusione della luce. *Pag. 179.*

CAPITOLO SECONDO. 14. Diffusione della luce operata da tutti gli oggetti visibili. — 15. Scomposizione della luce prodotta dagli oggetti visibili. — 16. Prova sperimentale della composizione della luce. — 17. Spettro primistico. — 18. Composizione della luce solare. — 19. Ricomposizione della luce mediante il prisma ed uno specchio concavo. — 20. Mediante il prisma ed una lente. — 21. Per mezzo di colori artificiali. — 22. Le luci dei differenti colori sono diversamente rinfrangibili. — 23. Colori prodotti dalle combinazioni di diversi raggi dello spettro. — 24. Colori complementari. — 25. I colori dei corpi naturali sono generalmente composti. — 26. Metodo di osservare lo spettro colla visione diretta. — 27. Perché gli oggetti guardati attraverso il prisma appaiono orlati di colori. — 28. I colori prismatici non sono tutti semplici. — 29. Analisi dello spettro fatto dal Dott. Brewster. *Pag. 188.*

LE IMMAGINI OTTICHE.

CAPITOLO PRIMO. 1. L'argomento è importantissimo relativamente a tutti gli effetti della visione. — 2. Spiegazione della maniera in cui si vedono gli oggetti ad occhio nudo. — 3. Immagini prodotte dagli specchi piani. — 4. Legge della riflessione dei raggi alle loro superficie. — 5. Sua verifica sperimentale. — 6. Immagine di un punto in una superficie riflettente piana. — 7. Immagine di un oggetto nella medesima. — 8. Immagini reali e virtuali. — 9. Immagini prodotte dagli specchi sferici. — 10. Da uno specchio concavo. — 11. Verifica sperimentale. — 12. Cambiamenti di posizione e di grandezza nell'immagine. — 13. Immagini negli specchi convessi. — 14. Immagini prodotte dai corpi trasparenti. — 15. Rifrazione. — 16. Casi in cui la luce non penetra in un mezzo trasparente. — 17. Riflessione degli oggetti nell'acqua. — 18. Insussistenza della favola « Il cane e l'ombra ». — 19. Oggetti veduti sul fondo di un corpo trasparente. — 20. Casi dell'acqua e del vetro. — 21. Un bastone immerso nell'acqua sembra spezzato. — 22. Casi in cui i raggi non possono emergere da un corpo trasparente. — 23. Verifica sperimentale. — 24. Riflessione operata da un prisma rettangolare. — 25. Immagini prodotte dalle lenti. — 26. Sei specie di lenti. — 27. Asse di una lente. — 28. Esempio di ciascuno dei generi di lenti. — 29. Immagine ottica prodotta da una lente convessa. — 30. Posizioni reciproche dell'oggetto e dell'immagine. *Pag.* 205.

CAPITOLO SECONDO. 31. Verifica sperimentale. — 32. Variazioni di grandezza dell'immagine. — 33. Fuoco principale e distanza focale. — 34. Variazioni di posizione e di grandezza e dell'immagine. — 35. Quando l'immagine sia reale e quando virtuale. — 36. Immagini prodotte dalle lenti concave. — 37. La distanza focale è diversa secondo il potere rifrangente. — 38. Il potere rifrangente dipende dalla sostanza di cui è fatta la lente. — 39. Aberrazione di sfericità. — 40. Le immagini prodotte dalle lenti non sono assolutamente chiare né distinte. — 41. Serie di immagini. — 42. Aspetto torbido e confuso dell'immagine. — 43. L'aberrazione di sfericità è maggiore presso al contorno. — 44. Cresce colla curvatura. — 45. E coll'ingrandimento. — 46. Contorsione sferica. — 47. Immagini incurvate. — 48. Come si possa diminuire l'aberrazione di sfericità. — 49. Lenti di diamante e di altre pietre preziose. — 50. Inefficaci tentativi di perfezionamento per mezzo di queste. — 51. Metodo di diminuire l'aberrazione di sfericità per mezzo d'un opportuno adattamento della curvatura. — 52. Lenti aplanatiche. — 53. Aberrazione cromatica. — 54. La luce bianca è composta. — 55. Le luci colorate sono talvolta composte. — 56. Immagini prodotte dalle luci omogenee. — 57. Immagini prodotte da una luce composta. — 58. Le lenti producono sempre parecchie immagini di un oggetto naturale. — 59. Perché non sieno sempre confuse in modo di rendere inutili le osservazioni. — 60. Dichi non sieno sempre confuse in modo di rendere inutili le osservazioni. — 61. La dispersione cresce colla rifrazione. — 62. La dispersione è differente per le diverse sostanze. *Pag.* 223.

CAPITOLO TERZO. 63. Illustrazione sperimentale. — 64. Potere dispersivo. — 65. Il potere dispersivo non cresce di necessità col potere rifrangente. — 66. Esempio del diamante. — 67. Lenti acromatiche. — 68. Combinazione acromatica del flintglass e del crown glass. — 69. Forma delle lenti composte. *Pag.* 241.

LO SPECCHIO COMUNE.

1. Sebbene familiare e comune, pure è poco compreso. — 2. L'immagine di un oggetto prodotta da esso è ritta nella direzione verticale, ma è invertita lateralmente. — 3. Immagine di un oggetto parallelo allo specchio. — 4. Immagine di un oggetto obliquo allo specchio. — 5. Serie di immagini prodotta da due specchi. — 6. Se ne hanno esempi in quelle stanze che sono fornite di parecchi riflettori. — 7. La riflessione in uno specchio di vetro avviene alla faccia posteriore inargentata. — 8. Analisi dell'azione dello specchio sulla luce incidente. — 9. Condizioni da cui dipende la bontà dello specchio. — 10. Effetto di uno specchio rasente una parete. — 11. Mezzo migliore di pulimento per gli specchi. — 12. Luce riflessa dalla superficie inargentata. — 13. Come si produce una doppia immagine. — 14. Perché un'immagine sia assai più smunta dell'altra. — 15. Posizioni in cui si vedono entrambe le immagini. — 16. L'immagine che comunemente si offre è quella prodotta dalla faccia posteriore. — 17. Effetto della luce assorbita dal vetro. — 18. Vetri non troppo fedeli nel riprodurre i colori. — 19. Un buon specchio deve avere le sue facce parallele. — 20. Difetti degli specchi di poco costo. *Pag.* 249.

IL CALEIDOSCOPIO.

1. Origine del nome. — 2. Struttura dell'istrumento. — 3. Suoi effetti ottici. — 4. Varietà nella forma. — 5. Sue applicazioni eventuali alle arti. — 6. Altro giuoco d'ottica dipendente da due riflessioni. *Pag.* 259.

LENTI D'INGRANDIMENTO.

1. Le lenti di ingrandimento sono intermedie fra gli occhiali ed i microscopi. — 2. Sono montate variamente. — 3. Loro estesa applicazione alle arti. — 4. Spiegazione dei loro effetti d'ingrandimento. — 5. Grandezza visuale. — 6. Modulo della grandezza visuale. — 7. Distanza della visione più distinta. — 8. Grandezza visuale alla distanza di dieci pollici. — 9. Ingrandimento d'una lente convessa. — 10. Effetto d'una medesima lente sui differenti occhi. — 11. Ingrandimento superficiale e cubico. — 12. L'occhio si deve situare assai da presso alla lente. — 13. L'ingrandimento dipende dalla distanza focale. — 14. La distanza focale dipende dalla convessità e dalla sostanza delle lenti. — 15. Lenti di differenti sostanze. — 16. L'aberrazione di sfericità è minore nei materiali più rifrangenti. — 17. Lenti di diamante. — 18. La grandezza delle lenti è maggiore per le sostanze più rifrangenti. — 19. Vantaggi delle lenti di gemme. — 20. Superati però dal perfezionamento dei microscopi composti. — 21. Lenti d'ingrandimento per la lettura. — 22. Per i pittori di miniature e per gli incisori. — 23. Per gli orologiai, per i gioiellieri ecc. — 24. Sostegno di queste. — 25. Lenti tascabili. — 26. Lenti di Coddington. — 27. Doublets. — 28. Loro effetti ottici. — 29. Loro vantaggi sulle lenti semplici. — 30. Maniera di montarle: triplets. — 31. Montatura dei Doublets maneggiabili. — 32. Maniera di montare i Doublets di molta forza per l'anatomia e simili operazioni. *Pag.* 263.

IL MICROSCOPIO.

CAPITOLO PRIMO. 1. Origine del nome. — 2. I microscopi semplici sono lenti di ingrandimento. — 3. Microscopio composto. — 4. Obiettivo ed oculare. — 5. Descrizione generale dello strumento. — 6. Uffici della lente del campo. — 7. Microscopi a riflessione. — 8. Condizioni della visione distinta nel microscopio. — 9. Effetti dei diversi gradi di amplificazione. — 10. È necessario che i contorni siano ben distinti. — 11. Quindi si deve far scomparire l'aberrazione. — 12. Obiettivi acromatici. — 13. È necessaria una sufficiente illuminazione. — 14. Effetti dell'apertura angolare. — 15. Esperimenti del dott. Goring. — 16. Metodo di determinare l'apertura angolare. — 17. Vicendevolesse correzione cromatica e di sfericità delle lenti. *Pag.* 281.

CAPITOLO SECONDO. Vicendevolesse correzione cromatica e di sfericità delle lenti (continuazione). — 18. Centramento. — 19. Obiettivi composti. — 20. Lenti dell'oculare. — 21. Varii ingrandimenti adattati ad uno stesso microscopio. — 22. Dimensioni attuali del campo della visione. — 23. Mezzi di muovere e di illuminare l'oggetto. — 24. Aggiustarlo nel fuoco. — 25. Preparazione dell'oggetto. — 26. Descrizione generale della struttura di un microscopio. — 27. Porta oggetto. — 28. Maniera di illuminare l'oggetto. — 29. Diaframmi. *Pag.* 299.

CAPITOLO TERZO. 30. Specchi piani obliqui. *Sostegno e movimento dell'oggetto:* — 31. Porta-oggetti. — 32. Meccanismo per porlo nel fuoco. — 33. Aggiustamento grossolano. — 34. Aggiustamento fino. — 35. Maniere di determinare il rilievo d'un oggetto. — 36. Difficoltà di portare l'oggetto entro il campo. — 37. Meccanismo per questo scopo. — 38. Congegno per far rivolgere l'oggetto. — 39. Oggetti che si devono osservare con ingrandimenti successivamente più forti. — 40. Si devono pulire i vetri fra cui è contenuto l'oggetto. — 41. Compressore. — 42. Apparato per l'applicazione della corrente voltaica. *Illuminazione degli oggetti.* — 43. Curiosi effetti della luce sugli oggetti. — 44. Illuminazione per via di trasmissione e per riflessione. — 45. Gli oggetti microscopici in generale o sono traslucidi o si possono rendere tali. — 46. Effetti delle differenze di spessore. — 47. Effetti variabili di luce e di ombra. — 48. Uffici del Lieberkuhn. — 49. Effetti di diffrazione e di interferenza. — 50. Uso della luce solare. — 51. Luce artificiale. — 52. Difesa dell'occhio. — 53. Analisi di Pritchard degli effetti dell'illuminazione. *Pag.* 315.

CAPITOLO QUARTO. Analisi di Pritchard sugli effetti dell'illuminazione (continuazione). *Misura degli oggetti.* — 54. L'assegnare la misura di un oggetto è una questione distinta da quella di assegnare l'ingrandimento prodotto dal microscopio. — 55. Micrometriche. — 56. Lamine sottili di vetro. — 57. Micrometri. — 58. Scale di Le Baillif. — 59. Micrometro di Jackson. — 60. Misure per mezzo della camera lucida. — 61. Goniometri. *Ingrandimento:* — 62. Questo vocabolo è assai malinteso. — 63. Suo vero significato. — 64. Minima distanza della visione distinta. — 65. Stima visuale della grandezza angolare. — 66. Metodo di determinare l'ingrandimento colla camera lucida. — 67. Dimensioni del più piccolo oggetto che si può vedere con un dato ingrandimento. *Pag.* 333.

CAPITOLO QUINTO. *Micropolariscopio.* — 68. Polarizzazione. — 69. Polarizzazione prodotta dai cristalli dotati della doppia rifrazione. — 70. Condizione di un raggio polarizzato. — 71. Polarizzazione prodotta dai cristalli dotati della doppia

rifrazione. -- 72. Loro effetto sui raggi di luce. -- 73. Micropolariscopio. *Montatura dei microscopi.* -- 74. Condizioni di una buona montatura. -- 75. Montatura di Fraunhofer. -- 76. Mezzi di variare la direzione del corpo dello strumento. -- *Micropolariscopio universale di Chevalier.* -- 77. Montatura di questo strumento. -- 78. Mezzo per renderlo verticale. -- 79. Mezzo di adattarlo all'osservazione dei fenomeni chimici. -- 80. Maniera di concentrare la luce sull'oggetto. *Micropolariscopio perfezionato di Ross.* -- 81. Mr. Ross. -- 82. Dettagli del suo microscopio perfezionato. *Pag. 350*

CAPITOLO SESTO. -- 83. Sue lenti oggettive. *Micropolariscopio dei sig. Smith e Beck.* -- 84. Loro strumenti più grandi e di maggiore efficacia. -- 85. Loro microscopio più piccolo. -- 86. Loro lenti oggettive. -- 87. Microscopio di Varley. *Micropolariscopio di M. Nachet.* -- 88. Loro applicazione agli usi della medicina e della chimica. -- 89. Microscopio multiplo. -- 90. Microscopio doppio. -- 91. Microscopio binocolo. -- 92. Microscopi tripli e quadrupli. *Pag. 357.*

MICROSCOPIO SOLARE.

1. Sua utilità. -- 2. Principii della sua costruzione. -- 3. Perché la lanterna magica non serve al medesimo scopo. -- 4. Apparato rischiaratore. -- 5. Come si protegga l'oggetto dal calore. Apparato d'amplificazione. -- 7. Aggiustamenti. -- 8. Lo schermo. -- 9. Lo specchio. -- 10. Maniera di montare l'istrumento. -- 11. Disposizioni da prendersi nella camera dell'ostensione. -- 12. Aggiustamenti preliminari. -- 13. Microscopio a gas, e microscopio a luce elettrica. *Pag. 375.*

OCCHIALI.

1. Loro utilità generale. -- 2. È dunque bene che sieno compresi da tutti. -- 3. Visione. -- 4. Cecità. -- 5. Vista difettosa. -- 6. Miopia e presbiopia. -- 7. Loro rimedio. -- 8. Occhiali. -- 9. Effetti delle lenti convesse. -- 10. Delle lenti concave. -- 11. Ampiezza focale d'una lente. -- 12. Varia secondo la distanza dell'oggetto. -- 13. Spiegazione di alcune singolarità nella visione dei miopi. -- 14. Dei presbiti. -- 15. Montatura degli occhiali. -- 16. Occhiali periscopici. -- 17. Gli occhi non hanno entrambi la stessa potenza visiva. -- 18. Oftalmometro. -- 19. Sua applicazione alla scelta delle lenti. -- Curiosi difetti di visione. *Pag. 385.*

GRANDEZZA E PICCOLEZZA.

1. Le idee di grandezza sono relative. -- 2. Manifestazioni della Divina Sapienza. -- 3. Piccolezza delle montagne in confronto del volume della terra. -- 4. Della terra in paragone di Giove e di Saturno. -- 5. In paragone del Sole. -- 6. E di altri corpi celesti. -- 7. Minime parti di cui si compongono tutti i corpi. -- 8. Stati solido, liquido e gassoso. -- Come sieno prodotti. -- 9. Suddivisione meccanica. -- 10. Marmo polverizzato. -- 11. Ineguaglianze delle superficie levigate. -- 12. Particelle d'oro sulla pietra del paragone. -- 13. Filamenti di vetro. -- 14. Fili micrometrici. -- 15. Foglie d'oro. -- 16. Fili d'argento dorato per ricamare. -- 17. Bolle di sapone. -- 18. Ale degli insetti. -- 19. Fili di lana, di seta e di pelliccia. -- 20. Particelle rosse nel sangue. -- 21. Animaletti. -- 22. Ragnatelo. -- 23. Minuta suddivisione di un granello di sale. -- 24. Di solfato di rame. -- 25. Del muschio. -- 26. Della stricnina. -- 27. Dell'iposolfito ammoniacale. -- 28. Dello zucchero. -- 29. La materia è divisibile all'infinito? -- 30. Cristallizzazione del sale. -- 31. Molecole integranti. -- 32. Cristalli naturali. -- 33. Piani di sfaldatura. -- 34. Figura determinata delle molecole integranti. -- 35. I principii della scienza meccanica sono indipendenti da questa ipotesi. -- 36. La materia non si può distruggere. -- 37. Colla combustione. -- 38. Colla vaporizzazione. -- 39. Colla distillazione distruttiva. -- 40. Nè con qualunque altro processo. *Pag. 399.*

OGGETTI MICROSCOPICI.

1. Oggetti microscopici. -- 2. Damigella e sua larva. -- 3. Il satiro. -- 4. Il Linceo sferico. -- 5. Il Lurco. -- 6. Mosca acquatica. *Pag. 419.*

CAMERA OSCURA.

1. Principio dell'istrumento. -- 2. Suo inventore. -- 3. Maniera di disporlo. -- 4. Applicazione del prisma. -- 5. Disposizione di camera oscura col prisma. -- 6. Camera portatile. -- 7. Forma della camera oscura applicata alla fotografia. *Pag. 427.*

CAMERA LUCIDA.

1. Origine del nome. -- 2. Suo uso. -- 3. Maniera di adoperarla. -- 4. Spiegazione del suo principio. -- 5. Precauzione nel servirsene. -- 6. Maniera di correggere l'inversione dell'oggetto. -- 7. Camera di Amici. -- 8. Grandezza dell'immagine. -- 9. Applicazione della Camera al microscopio. *Pag. 433.*

LA LANTERNA MAGICA.

1. Principio ottico dell'istrumento. -- 2. Sua forma più comune. -- 3. Ingrandimento. -- 4. Precauzioni da usarsi nell'adoperare lo strumento. -- 5. Vetri dipinti. -- 6. Diaframma opaco. -- 7. Diaframma trasparente. -- 8. Fantasmagoria, maniera di produrla. -- 9. Immagini prodotte da due lanterne. -- 10. Curiosi effetti ottici. -- 11. Vedute che svaniscono. -- 12. Applicazione della lanterna all'insegnamento della storia e della geografia. -- 13. Della geologia. -- 14. Dell'astronomia. -- 15. Veduta del sistema solare. -- 16. Grande utilità della lanterna per questo scopo. -- 17. Veduta delle stelle. -- 18. Delle nebulose e dei gruppi stellari. -- 19. Esempi pratici dell'utilità d'un simile insegnamento. -- 20. Lanterna a gas. -- 21. Applicazione della luce elettrica alla lanterna. *Pag. 441.*

OCCHIO.

1. Piaceri e vantaggi della facoltà di vedere. -- 2. Ragioni per cui è desiderabile che si conoscano la struttura e le funzioni dell'occhio. -- 3. Descrizione dell'occhio. -- 4. Sclerotica e cornea. -- 5. Umor acqueo, pupilla ed iride. -- 6. Umor cristallino e processi ciliari. -- 7. Coroide. -- 8. Retina ed umor vitreo. -- 9. Asse dell'occhio e nervo ottico. -- 10. Dati numerici. -- 11. Limiti dei movimenti dell'occhio. -- 12. Acromatismo dell'occhio. -- 13. -- 16. Come si produca la visione. -- 17. Condizioni della visione perfetta. -- 18. Chiarezza delle immagini. -- 19. Raggi paralleli. -- 20. 21. Difetti della vista e loro rimedii. -- 22. -- 24. Capacità di adattamento. -- 25. -- 29. Suoi limiti. -- 30. 31. Cause della vista difettosa. -- 32. Grandezza dell'immagine sulla retina. -- 33. Definizione della grandezza apparente. -- 34. -- 37. Natura delle sue variazioni. -- 38. -- 40. Piccolezza delle immagini sulla retina. -- 41. Sufficiente illuminazione. *Pag. 453.*

CAPITOLO SECONDO. 42. Facoltà di adattamento, dell'occhio. -- 43. 44. Chiarezza apparente degli oggetti luminosi. -- 45. 47. Intensità della chiarezza. -- 48. -- 57. L'immagine deve durare sulla retina per un certo tempo affinché questa membrana possa produrre la percezione. -- Varie prove di ciò. -- 58. Condizioni che determinano il moto apparente. -- 59. Come vi influisca la distanza. -- 60. Esempio. -- 61. Quanto sia impercettibile. -- 62. Moto del firmamento. -- 63. Gli oggetti in rapido movimento sono invisibili. -- 64. -- 66. Durata dell'impressione sulla retina. -- 67. Giochi ottici. -- 68. 69. Coincidenza del centro ottico dell'occhio col suo centro geometrico. -- 70. Spettri oculari e colori accidentali. -- 71. Perché gli oggetti visibili non appaiono capovolti. -- 72. Sede della visione. -- 73. -- 75. Il nervo ottico è insensibile alla luce. *Pag. 472.*

CAPITOLO TERZO. 76. Perché gli oggetti non appaiono doppi. -- 77. Casi eccezionali. -- 78. Gli occhi non ricevono una percezione diretta della distanza o della grandezza. -- 79. Come si valutino le distanze. -- 80. Aspetto del sole e della luna al sorgere od al tramonto. -- 81. Come si valutino le grandezze. -- 82. Illusione prodotta in San Pietro a Roma. -- 83. La grandezza inferita dalla distanza. -- 84. Percezione del movimento angolare. -- 85. Come si inferisca la direzione reale di un movimento. -- 86. Esempi del sole e della luna. -- 87. -- 90. Effetto del moto dell'osservatore. -- 91. Definizione della distanza angolare. -- 92. Gli occhi non hanno una percezione di figura si inferiscono dalle luci e dalle ombre. -- 93. Definizione dell'area visibile. -- 94. Le figure si inferiscono dalle luci e dalle ombre. -- 95. Facoltà di distinguere i colori. -- 96, 97. Mancanza di questa facoltà in casi particolari. *Pag. 491.*

LO STEREOSCOPIO.

(TRADUZIONE LIBERA)

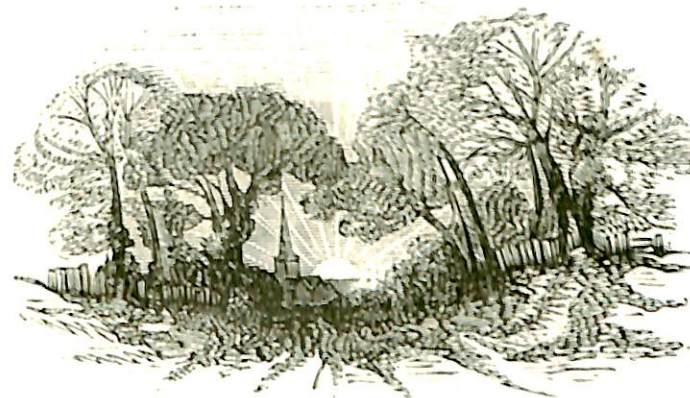
1. Spiegazione del sorprendente effetto di tale strumento. -- 2. In che consistano la prospettiva e il rilievo. -- 3. Effetti della parallassi binoculare. -- 4. Esempio preso dal busto di Leonardo da Vinci. -- 5. Principio o idea fondamentale dello stereoscopio. -- 6. Origine di questo nome e distinzione degli stereoscopi in due classi. -- 7.

Stereoscopio a riflessione, di Wheastone. -- 8. Stereoscopio a rifrazione o stereoscopia lenticolare, di Sir David Brewster. -- 9. Come si eseguiscano i disegni o le pitture che servono agli stereoscopi. -- 10. Donde nasca in questi l'illusione del rilievo. -- 11. Il rilievo che apparisce nello stereoscopio è molto esagerato in paragone del rilievo naturale degli oggetti. -- 12. Cenno sulle vedute stereoscopiche. Pag. 509

SCIENZA E POESIA.

1. Dichiarazioni del traduttore. -- 2. Scopo dell'Autore inglese nella prima parte di questo articolo. -- 3. Una favola d'Esopo. -- 4. Imitazioni di Fedro e di La Fontaine. -- 5. Critica del Dr. Lardner a questa favola. -- 6. Esperienze di Bouguer. -- 7. Applicazioni. -- 8. Spiegazione d'un fenomeno noto. -- 9. Compimento della spiegazione. -- 10. Sperienze del Dr. Lardner. -- 11. Conferma dei risultamenti trovati da Bouguer. -- 12. Conclusione dell'apologia. -- 13. La lingua delle serpi; Virgilio, Ariosto, Marscheroni e il Padre Castelli. -- 14. Un'ottava del Tasso. -- 15. Una strofa di Vincenzo Monti. -- 16. La pietra focaja non dà fuoco. -- 17. Monti, Virgilio e Annibal Caro. -- 18. Conclusione.

ERRORI DEI SENSI



- I. Insufficienza del testimonio dei sensi. — II. Errori dell'occhio. — III. Grandezza apparente del Sole e della Luna. — IV. Meccanismo dell'occhio. — V. Percezione del colore. — VI. Errori dell'odorato, del gusto e del tatto. — VII. Errori quanto al numero. — VIII. Impressioni ritenute dall'occhio. — IX. Errori quanto alla distanza. — X. Errori del tatto: temperatura apparente. — XI. Ragguagli alla temperatura del corpo umano. — XII. Causa del freddo apparente del vetro e della porcellana. — XIII. Deste avvertenze dei cerretani, che si espongono a temperature cocenti.

I.

Si suole invocare ad ogni tratto la testimonianza dei sensi, e ritenere la siccome norma infallibile di certezza. In vero non è se non pei sensi che noi acquistiamo la nozione delle qualità degli oggetti esterni, e la cognizione dei loro reciproci rapporti, ogni qualvolta siano quelli condotti ad agire l'uno sull'altro per via chimica, o meccanica, o fisica. Laonde si è potuto supporre, e non senza ragione, che la così detta evidenza del senso debba ritenersi come concludente e decisiva in tuttociò che riguarda i fenomeni prodotti dall'azione reciproca dei corpi.

Nulladimeno quelli che ammettono, senza la rigida revisione del criterio, tuttociò che si porge loro come risultanza immediata delle impressioni dei sensi, si espongono a cader sovente in gravissimi errori.

Tali errori provengono in parte dal disconoscere il vero carattere e l'ufficio degli organi dei sensi. Detti non furono già destinati dal Creatore a tenerci luogo di stromenti dell'investigazione scientifica. Se fossero stati conformati a quest'uopo, è assai probabile che non avrebbero potuto servire negli usi ordinarij della vita. Un filosofo (credo Locke) dice in qualche sua pagina: che l'occhio, il quale fosse penetrante da distinguere gli atomi costitutivi delle lancette di un orologio, non sarebbe poi atto per tale sua struttura a rilevar l'ora indicata dalle lancette medesime. Per simil modo un paio d'occhi *telescopj*, i quali distinguessero gli abitatori di un remoto pianeta, sarebbero all'osservatore un ben misero compenso della perdita di quella triviale ma preziosa facoltà, che ci danno gli *occhi volgari*, di dirigerci per le vie della città che abitiamo, e di riconoscere gli amici che ne circondano. A voler vedere la cosa in più materiale evidenza, paragoniamo gli stromenti di uso domestico e mercantile con quelli appropriati a più special sottigliezza di indagini. La bilancia, per esempio, così agitata e delicata del Chimico o del Fisico, bilancia ch'egli adopera nelle sue ricerche sul peso relativo e sulle proporzioni dei minimi elementi dei corpi, sarebbe inetta ed inopportuna, a ragguaglio appunto della sua eccessiva sensibilità e squisitezza, posta nelle mani del rivendugliolo o della donna di governo. Ciascuna qualità di stromenti ha il suo convenevole uso; ciascuna è appropriata a fornirci le sue indicazioni, col grado di esattezza necessario e sufficiente all'uopo cui è destinata.

II.

Tra gli organi corporei quello che parrebbe il più esatto, il più infallibile nelle sue indicazioni, si è l'occhio: ma comunque ciò possa essere vero da più lati, non vi hanno tuttavia impressioni che più imperiosamente richiedano il lume del criterio per ben dirigerle e rettificarle, che quelle della veduta. Questo senso ci dà, tra le altre, le percezioni della forma, della grandezza, del chiarore e del colore: e di tali condizioni non havvene pur una su cui non cada abbaglio sovente, o che non si soglia valutarla d'una maniera inesatta.

III.

Chi non conosce, per esempio, il fenomeno del levare e del tramontar del sole e della luna? Il disco apparentemente voluminoso ch'ei ci presentano allora è oggetto di osservazion quotidiana. Ognuno

avverte che la grandezza visibile del sole, quand'egli si leva tutto affocato per la rifrazione della gran massa d'aria che i suoi raggi attraversano, è molto più considerevole che quand'egli campeggia a mezzo il cielo. Così la luna piena non ci apparisce dessa molto più voluminosa al suo sorgere e cadere, che al meridiano? Pure nulla è più facile che provare materialmente la falsità di questi giudizj visivi. Non occorre che di adottar una pratica, valevole comechessia a fornirci l'esatta misura dei diametri nelle due diverse situazioni, e si riconoscerà subito che la grandezza apparente è la medesima nè più nè meno in entrambi i casi. — Potrebbe aversi tal risultato col tendere semplicemente due fili di seta fina, paralleli tra loro entro un telajetto: collocare quindi l'apparecchio in guisa tale, e applicarvi l'occhio a tale distanza, che, traguardando il sole o la luna all'orizzonte, vengano i due fili a rasentare a capello i due lembi, superiore ed inferiore, dell'astro. Per tal modo la reciproca distanza dei due fili sarà uguale al diametro apparente del luminare osservato. Mantenendo poi la stessa posizione al traguardo, e all'occhio la medesima lontananza, si osservi di nuovo il disco pervenuto al meridiano. I due lembi opposti saranno ancora tocchi dai due fili nè più nè meno, e il diametro visibile avrà tuttavia per misura il loro disgregamento.

Da ciò risulta evidente (qualunque siasi la causa della contraria illusione), che la grandezza visibile dei due luminari non è punto maggiore quand'essi toccano all'orizzonte, che quando assurgono al meridiano. Ma qui nasce spontanea la domanda: Perchè dunque l'impressione del fatto opposto è percepita da tutti gli occhi?

La spiegazione di questo singolare fenomeno (spiegazione che tutti gli astronomi hanno voluto tentare) dee cercarsi nello spirito umano anzichè nell'ottica. Nè questa invero è illusione ottica propriamente parlando; e l'errore è commesso dal giudizio non già dai sensi. — La valutazione della grandezza reale di un oggetto visibile dipende dal subito riferir che facciamo la sua grandezza apparente alla sua creduta distanza. Ecco là per esempio due oggetti, poniamo due edificj, che offrono all'occhio la stessa grandezza apparente, ma ma che noi sappiamo o crediamo trovarsi a disuguale distanza da noi. Che avviene egli nel nostro spirito? Con un giudizio abituale, e perciò istantaneo e quasi inavvertito, noi deduciamo che, impiccolendosi le immagini col crescere delle distanze, quell'edificio lontano che si conserva pari al più vicino debba essere maggiore di lui: e così appunto ne riceviamo dal senso modificata l'impressione.

Applicando il ragionamento al fatto del sole e della luna, è d'uopo riflettere che quando l'uno o l'altro di questi astri è all'orizzonte,

una parte almeno dello spazio tra il nostro occhio e lui è occupato da una serie di oggetti, di cui ci sono note le grandezze e le posizioni relative. Siamo quindi in grado di stimare una porzione dello spazio compreso tra l'occhio e l'astro. Ma quando questo si leva in altezza nel firmamento, nessuna parte della distanza infrapposta non è più misurata e quasi moltiplicata ad intervalli, epperò noi siamo avvezzi a ritenere l'astro come più vicino ai nostri occhi.

Or come ciò spiega l'impressione, e per essa l'opinione universale dell'enorme disco dei due luminari al loro sorgere e al lor tramontare? Quand'essi toccano all'orizzonte, lo spirito nostro, non meno che l'occhio, è prevenuto dell'impressione che la lontananza loro sia molto maggiore che quando toccano al meridiano. E come la grandezza apparente è tuttavia la medesima, dovrà l'occhio risentirla tanto più considerevole, quanto percepisce moltiplicata la loro distanza. Così se noi siamo persuasi che il sole veduto all'orizzonte sia due volte più distante che al meridiano, ne dedurremo, che il suo diametro sia allora due volte più grande, dappoichè ci sembra ancora il medesimo; e se il suo diametro è ritenuto due volte più grande, sarà quattro volte maggiore la sua apparente grandezza superficiale.

Le operazioni del nostro spirito, nelle siffatte circostanze, son così rapide e così dominate dall'abitudine, che noi non ne abbiamo pure coscienza. Si potrebbero citar mille esempj di azioni e di moti corporei eseguiti per cenno della volontà, dei quali noi non sapremmo renderci conto. — Qui per altro sarà difficile, alle menti che non han l'abitudine delle ricerche metafisiche, di appagarsi delle spiegazioni che abbiamo addotte, e di tenerle per buona valuta. Non pertanto, ove si abbia ben fermo che l'illusione in discorso non è una illusione ottica, e che in effetto le grandezze apparenti della luna all'orizzonte e al meridiano son sempre le medesime, verrà la dritta conseguenza che questa illusione è dunque tutta mentale; e non parrà di leggieri ammissibile altra spiegazione che la sopra esposta (1).

Ripeto che non vi ha forse altro senso, che esiga maggior vigilanza da parte del criterio, che il senso della veduta. La suscettività dell'occhio va soggetta a frequenti e rapide alterazioni, e i medesimi oggetti producono sopra di lui in tempi diversi impressioni estremamente diverse. Poniamo l'occhio nostro in una data condizione e ci crederemo nell'oscurità più profonda. Poniamolo in una tal altra, e senza mutar posizione vedremo quanto basta per distinguere gli oggetti che abbiamo d'intorno. Privati ad un tratto della chiarezza di un forte lume artificiale, ci parrà per un istante di essere avvolti nelle più cupe tenebre: ma tosto che l'organo visivo abbia

avuto tempo a ricomporsi, troveremo che vi è ancora luce bastevole per ravviarci.

Così quand'improvviso,
A mezzo del cammìr,
Spegnesi al pellegrin
L'amica lampà,
Di subito gli è avviso
Che tutto è tenebror;
E l'orme incerte allor
Turbato stampa.

Ma poi gli si raccende
Dell'occhio la virtù,
E al raggio di lassù
Movendo impara.
Ch'ove la face splende
Degli astri senza vel,
Della luce del ciel
Nulla è più cara.
MOORE: *Poesie*.

IV.

Il meccanismo che l'Autore dell'occhio dispose per riparare a queste inconvenienze, presenta quella stessa perfezione che si ammira in tutte l'altre sue opere. Il foro a sommo dell'occhio, che noi chiamiamo *pupilla*, e che la luce dee traversare per produr la visione, è cinto d'un anello elastico detto *iride*, che ha la facoltà di contrarsi e di dilatarsi per opera di certi muscoli a cui si raggiunge. Si è la grandezza di questo foro, o di questa apertura, che determina la quantità di luce trasmessa alla retina. Così se noi siamo in una camera rischiarata da una splendida lumiera, i muscoli che governano l'apertura della pupilla ne ristringeranno subito le dimensioni, tanto che essa non si lasci entrare maggior quantità di luce, di quella che si convenga al buono stato dell'occhio. Se si spegne repentinamente la lumiera sicchè la camera non riceve più altra luce che quella delle finestre, di tutta prima ci parrà trovarci in una profonda oscurità; ma la pupilla comincia pian piano a dilatarsi, e in breve aggrandisce per forma, che la luce che vi si accoglie ridivien sufficiente a lasciarci scorgere tanto o quanto gli oggetti circonvicini.

In questa condizione dell'organo facciamo che si riporti di subito la lumiera entro la camera. L'occhio ne sentirà offesa, e la palpebra si abbasserà immediatamente per recargli sollievo. Imperocchè la pupilla, allargatasi pur dinanzi per attemperarsi alla debole luce rimasta, ne riceverà ora tal copia da esserne, dirò così, ferita e abbragliata la retina. La contrazione della pupilla poi non può farsi colla prontezza che si vorrebbe a riparar la retina da tale offesa: ma il benefico Autore dell'occhio ha costituita a quest'uopo la palpebra che potesse calar repentinamente, e dar tempo alla pupilla di contrarsi e di comporsi alle nuove condizioni sopravvenute.

V.

La percezione che si ha del colore di un oggetto dipende sovente dallo stato momentaneo dell'occhio, non meno che dall'oggetto stesso. Sotto l'azione di raggi vivamente colorati, la sensibilità della retina può essere modificata a tal segno, che l'oggetto medesimo ci paja in diversi tempi aver diverso colore. Talvolta ce ne verrà anche l'impressione come di forme chimeriche, di *spettri* ossia fantasmi. — Sopra un foglio di carta bianca si appicchi un suggello rosso, e illuminatolo gagliardamente vi si fermi l'occhio per poco, quindi si giri alla carta intorno: vedremo un suggello bleu di esatta grandezza. Quest' apparenza è uno *spettro ottico*, ed è assai agevole determinarne la causa. Per l'azione del color rosso vivo che vien dal suggello, la retina è resa per un momento insensibile all'azione d'una luce più debolmente rossa. Così anche l'orecchio diventa insensibile al *ticche tocche* d'un orologio a pendolo, dietro il frastuono d'una scarica d'artiglieria. Quando poi l'occhio si toglie da riguardare il suggello rosso, e si affissa al foglio bianco ivi d'intorno, l'azione della parte rosseggiante della luce bianca riflessa dalla carta non produce all'occhio nessuna percezione; così gli altri elementi di quella luce, che appunto danno un colore azzurrastro, rimangono soli a farsi sentire. Ma per ben comprendere questa, e altre siffatte illusioni, è d'uopo richiamarsi, che la luce bianca è un composto di elementi gialli, rossi e azzurri, e che privata di alcuno di tali elementi, essa prenderà la tinta di quei che rimangono. Così se l'occhio è reso insensibile alla luce rossa, tutti gli oggetti bianchi gli parranno velati di una tinta tra giallo e azzurro; se è insensibile alla luce azzurra, gli somiglieranno dipinti di color rancio.

Occorrono talvolta (e sono consegnati nelle opere di Ottica) di strani casi di persone incapaci, per vizio organico della vista, di percepire certi colori particolari. Il fu dottore Dalton di Manchester ne era un esempio singolarissimo.

Ma come s'è toccato più sopra, anche l'occhio meglio costituito può rendersi temporariamente insensibile all'impressione di certi colori, assoggettandolo per qualche istante all'azione energica di luci fortemente colorate. Per tal modo anche nei fuochi d'artificio si è potuto far capitale delle illusioni ottiche. Quando si lanciano in aria dei globi luminosi, alcuni dei quali siano bianchi ed altri rossi, i bianchi sembrano azzurri accanto ai rossi, e sono tenuti azzurri generalmente: pure questa non è che un'illusione ottica, ed è manifesto che ha una medesima causa colle precedenti.

Al cader del sole, quando s'aprono a squarei le nubi rossastre che pennelleggiano l'aria, il cielo intraveduto da quegli squarei ne appare verdognolo quantunque egli sia indubitatamente azzurro.

Anche le stelle presentano un curioso fenomeno, e non fu peranche deciso s'egli sia realtà od illusione. Molte stelle, che all'occhio sembrano solitarie e indivise, si riconoscono doppie osservandole con un telescopio gagliardo. Le due stelle congiunte sono non di rado di diverso colore, e si nota che quando l'una è rossa, l'altra ha una tinta azzurrognola, la quale noi sappiamo oramai che potrebbe così risultarci all'occhio, pur rimanendo bianca in effetto, per solo giuoco e contrasto della luce rossa vicina. Ma ripetiamo che non è ancora deciso se, nella categoria delle stelle doppie, le azzurre siano veramente azzurre, o se debbano questa apparenza all'effetto di ottica fin qui dichiarato. Per assicurarcene bisognerebbe poterle raffrontare d'avvicino.

Drizzando gli occhi verso il Sole per pochi momenti, e chiudendo in seguito le palpebre, avremo innanzi uno spettro azzurro del Sole che non cesserà se non quando la retina abbia recuperata la sua natural condizione di riposo.

Scrivasi una pagina o due con inchiostro rosso, poi si continui col nero: il nuovo scritto ci parrà di tutta prima azzurro, e seguirà a parerci tale, fino a che la retina non abbia smarrita l'impressione prodottale dall'inchiostro precedente. Tuttavia passando dal nero al rosso non ha luogo allucinazione, stantechè il nero non agisce sulla retina in modo da irritarla.

Si trafori ora di piccoli fori una cortina rossa, e sia questa attraversata dai raggi del sole. La luce, ricevutane sopra un foglio bianco, avrà la tinta rossa generale prodotta dalla mezza trasparenza della cortina, e sarà puntata in bianco dai raggi luminosi che traversano i fori: ma all'occhio quei punti bianchi parranno azzurri.

Dalle osservazioni fin qui riferite risulta, che la *giust'apposizione* dei colori negli oggetti d'arte è acconcia, così sola, a scambiare l'effetto proprio e naturale dei colori medesimi. Due colori, contrapposti l'uno all'altro, parranno diversi all'occhio da quel che sarebbero a vederli disgiuntamente.

VI.

Anche i sensi dell'odorato, del gusto, e perfino del tatto, vanno soggetti a mille cause di errore. Se l'organo senziante si trova posto in condizioni inusitate, o anche solamente fuori del suo stato ordinario, l'indicazione dell'oggetto riuscirà di leggieri fallace.

Incrociando tra loro l'indice e il medio d'una stessa mano, si posino sopra una palla da trucco, sopra un pisello, o altra pallottolina, facendole un po' scorrere innanzi indietro sul piano della tavola. Ad occhi chiusi, avremo l'impressione di due pallottole o di due piselli.

Chi assaggia della cannella tenendosi otturate le nari, non sente sapore più che di legno d'abete. Tale stranezza non è però sola, e molte sostanze smarriscono il loro sapore ove siano gustate colle narici ben chiuse. Così vediamo certe balie stringere il naso ai bambini nell'atto di porger loro qualche disgustosa medicina. Quelle buone donne fanno allora della scienza e della fina applicazione senza saperlo.

Se si gustano alternativamente delle sostanze di diverso o di opposto sapore, senza dar tempo ai nervi del palato di riposarsi, viene il momento che più non si distinguono quei sapori, e le sostanze, per differenti che siano, si sbagliano facilmente una per l'altra. Fasciando, a mo' d'esempio, gli occhi ad una persona, e dandole a gustare senza interruzione del latte e del vino di Bordeaux, dopo buon numero di alternative l'avremo resa incapace di sentire diversità tra le due bevande.

I sapori, come i colori, affine di produrre effetto gradevole, devono succedersi in un cert'ordine gli uni agli altri. La cucina (elevata nientemeno che ad arte nobile in qualche periodo della civiltà) ha i suoi begli e buoni principj ancor essa; e non v'è nulla di sì scontroso alla delicatezza e alle usanze dei ben godenti, come il violar certe regole circa la sequela e le combinazioni dei serviti nelle imbandigioni. L'osservanza di tai precetti, e la perfezione dell'arte culiniera, sono il più sicuro indizio, come i Savj affermano, dell'alto grado di civiltà d'una nazione.

Di tutti gli organi dei sensi quello che si ottunde più facilmente che niun altro si è l'organo dell'odorato. I più soavi odori non si possono godere che al primo fiuto e per breve tempo. Il profumo della rosa, e l'odore anche più penetrante del fior di magnolia, non si percepiscono in certa guisa che un solo istante. Chi si trattiene a lungo in un giardino non sente più l'olezzare della rosa, e il boscajuolo delle foreste meridionali dell'America più non è tocco dalle sopracute fragranze della magnolia. Così le persone che fanno abuso di essenze odorifere cessano ben presto di averne sentore, nè possono più stimolare il loro ottuso senso, se non cangiando di balsami incessantemente.

VII.

Una delle più curiose, e delle meno esplicabili illusioni dei sensi, è quella che riguarda l'estimazione del numero degli oggetti che ci si parano all'occhio. Il firmamento in una notte splendida di stelle, è specialissimo esempio di questo genere d'illusioni. Il numero delle stelle visibili ci riesce sempre fuormisura esagerato. Benchè le stelle, a rigor di termini, debbano dirsi pressochè innumerevoli, la moltitudine di quelle che l'occhio nudo può vedere distintamente, senz'aiuto di telescopio, non è però grande; e ciascuno potrà di leggieri capacitarsene esaminando una buona carta stellare. Nulladimeno quando noi volgiamo gli sguardi al firmamento in una notte brillante, quegli astri ci compajono infinitamente numerosi. Tale effetto, non è altro senza dubbio che un'illusione; e a dissiparla basta far uso del telescopio più comunale, o semplicemente di un lungo tubo che riduca la prospettiva a una poca parte di cielo. Sulla totalità della sfera celeste non vi hanno più di venti stelle di prima grandezza, e raro è che si possa vederne più di cinque o sei ad un tratto. Il numero delle stelle di seconda grandezza non passa le cinquanta, e appena che se ne vedano da un venti circa alla volta. Quelle di terza grandezza salgono forse a dugento e non sono mai visibili più che la metà sopra l'orizzonte. Le piccole stelle sono assai più numerose, ma non si distinguono che a fatica, e non sono già desse quelle che producano l'impressione di molteplicità che qui si discorre.

VIII.

È accertato oramai, che la membrana dell'occhio che risente la luce ne mantiene l'impressione per circa un decimo di secondo, dacchè la causa determinante ha cessato di operare. Facciasi girar in cerchio rapidamente un tizzone acceso: vedremo quel cerchio come una corona di luce non interrotta; perchè l'occhio ritien l'impressione luminosa prodottagli da ciascun punto del giro, fino a che il tizzone non si restituisca ad ognuno di essi; quindi la luce viene ad esser visibile nello stesso tempo in tutti i punti del cerchio. Si costrussero anche degli ingegnosi giuocherelli ottici, di cui gli effetti dipendono da tali principj, e si spiegano con essi. Sopra un cerchio a compartimenti, poco al di dentro della circonferenza, si dipinge ripetutamente una stessa immagine nelle sue diverse attitu-

dini. Tenendo l'occhio fisso verso la più alta parte del cerchio, per un foro praticato a tal fine nel telaio che lo ricopre anteriormente, si fa girare quel cerchio ovvero disco dipinto, e l'immagine ci scorre innanzi all'occhio, presentandoci la continuata gradazione de' suoi successivi atteggiamenti. Se la rapidità con cui gira il cerchio è tale, che l'occhio possa mantenere l'impressione da un'immagine all'altra, sì che la figura gli ripassi innanzi nell'atteggiamento che seguita, quella figura gli sembrerà aver moto effettivamente. Si dipingono a quest'uso, sopra cartoni circolari, delle figure danzanti a tondo, dei meccanismi in moto, e altrettali invenzioni, e colla spinta della mano, o collo scattar di un congegno, si producono poi gli effetti sopra descritti.

IX.

Se l'occhio nostro non ha in pronto qualche mezzo esteriore da valutar la distanza di un oggetto, ei la valuta dalla grandezza apparente, e se per avventura ci riesce, con un'arte qualsiasi, di alterare per gradi questa siffatta grandezza, l'impressione sarà quale la produrrebbe l'oggetto avanzandosi o retrocedendo. Sopra tale principio è basata la fantasmagoria. Si trasferisce, per via di lenti ottiche, l'immagine di un oggetto sopra una superficie di mezzana trasparenza. Al di qua si adagiano gli spettatori in una camera compiutamente buja, sicchè non possano rilevare per nessun confronto a che distanza è collocata l'immagine. La lanterna magica ha la proprietà d'impiccolire indefinitamente l'immagine stessa quand'è accostata più e più a quella superficie, o di aggrandirla quando ne è rimossa. Di tal maniera gli spettatori, vedendo le immagini ingigantire o menomarsi per gradi, credono vederle avanzare o tirarsi addietro a perfetta corrispondenza.

X.

Abbenchè l'occhio, per le indicazioni dirette ed indirette ch'ei ci fornisce, procuri all'uomo la più grande varietà d'impressioni, buon numero delle quali è suscettibile di esatta estimazione numerica, il testimonio del tatto è però più positivo, e dalla comune degli uomini ritenuto più sicuro che quel della vista. L'apostolo incredulo, che non voleva dar fede a' suoi proprj occhi, s'arrese al testimonio delle proprie mani. Ciò non pertanto le indicazioni del tatto sono assai sovente incerte e poco precise.

Rechiamoci in mano due corpi gravi: in molti casi non ci sarà possibile dire quale sia più pesante. Ma volendo sapere appunto se l'uno d'essi pesi due o tre volte più che l'altro, ci sarà affatto impossibile determinarlo. Così ancora, quando i due pesi siano presso a poco uguali, non ci verrà fatto accertare se il siano compiutamente o se nol siano.

Gittando l'occhio sopra due oggetti diversamente illuminati, potremo dire in qualche caso qual sia il più chiaro; ma se la chiarezza sarà ad un dipresso uguale, l'occhio non saprà decidere se sia esatta o no tale uguaglianza. Lo stesso avvien del calore. Posti due corpi a temperatura assai diversa, il tatto ci avvertirà quale sia il più caldo dei due; ma se il fossero presso a poco ugualmente, non potremmo sapere quale di loro abbia temperatura più alta e quale più bassa.

Il tatto poi fallisce compiutamente all'uopo, quando si tratta di assegnare le quantità comparative del calore contenuto nei corpi. Esso non è tocco per nulla da quella porzion di calore che vi si tiene allo stato latente. L'acqua, per esempio, fatta gelida col ghiaccio, e il ghiaccio stesso dall'altra parte, gli sembreranno di pari temperatura, e contenere quindi ugual quantità di calore. Nonpertanto è manifesto che l'acqua gelida ne contien più che il ghiaccio: e infatti si sprigiona tale soprappiù di calore quando la si fa ghiaccio ancor essa; anzi i fisici han dimostrato che si può valersene fino a far bollire un'altra minor porzioncella di acqua.

Generalmente i diversi corpi, o vogliam dire le diverse sostanze, sono elevati a medesima temperatura da assai diverse quantità di calore. L'acqua e il mercurio a gradi 0 Réaumur pajono al tocco ugualmente freddi; e scottano ugualmente ambidue a gr. 70. Parrebbe da dedursene che uguali quantità di calore fossero loro comunicate in quel trapasso di temperatura; pure è provato, che la quantità di calore indotta nell'acqua non è meno di trenta volte quella che basta al mercurio. Ne consegue adunque, che per produrre lo stesso grado e la stessa impressione di temperatura in sostanze differenti, bisogna comunicar loro assai diverse quantità di calore.

Qui per altro il termometro, cioè la misura scientifica della temperatura, non si trova a miglior condizione che il senso del tatto; dacchè le ineguali aggiunte di calore fatte all'acqua e al mercurio producono medesimi effetti anche sopra di lui. Ma prescindendo pure da questa specialità del calorico latente, si troverà che il senso del tatto è ancora estremamente erroneo nelle stesse indicazioni ch'ei

ne porge della sensibile temperatura. Così l'aria di una cantina, che sia abbastanza profonda, ci parrà fredda in estate, calda in inverno. Se però si sospende quivi un buon termometro, acquisteremo certezza che la temperatura vi rimane la medesima costantemente. Gli è che in estate tale temperatura è al disotto di quella dell'atmosfera generale, quindi la ci parrà fredda; in inverno poi è al disopra, e però la ci sembra calda. Effettivamente essa può dirsi inalterabile, dacchè un termometro tenuto per sessant'anni nei sotterranei dell'Osservatorio di Parigi, a una profondità di 17 piedi, indicò la temperatura costante di $9^{\circ}, 5$ Réaumur ($11^{\circ}, 82$ centigr.) senza mai variare di più di $1/4$ di grado; e anche questa variazione, per menoma che la sia, s'ebbe a ritenerla effetto delle correnti d'aria che producessi in certe cave vicine all'Osservatorio.

Da tutto ciò consegue che le nostre percezioni di caldo e di freddo dipendono, non solo dallo stato termale dei corpi che agiscono sopra di noi, ma più ancora dallo stato del nostro corpo durante l'azione. Tali percezioni insomma sono relative e non assolute; e un corpo ci parrà freddo o caldo, secondo ch'egli sarà al disotto o al disopra del nostro presente grado di temperatura.

Se pertanto noi sapremo dare in qualsiasi maniera un ben diverso grado di calore alle nostre mani, ogni oggetto esterno a temperatura intermedia parrà caldo alla mano più fredda e freddo alla più calda.

Non è malagevole fare quest'esperienza. Abbiasi in pronto un vaso d'acqua alla naturale temperatura, cioè a quella dell'ambiente che sia per esempio di $+ 25^{\circ}$ Réaumur. Se da una parte e dall'altra immergeremo le mani, di qua in acqua gelida a 0 gr. di là in acqua calda a $+ 50^{\circ}$, riportandole poi tutte due insieme nell'acqua comune, sentiremo caldo in quella che viene dal gelido, e freddo nell'altra. In questo caso adunque, tenendo il tatto per giudice della temperatura, noi verremmo a stimar fredda e calda la medesima acqua contemporaneamente.

Nel trattato sopra il *Calore* ho già indicato molti esempi curiosi di illusioni dei sensi riguardo alla temperatura dei corpi.

Anche quando la temperatura del nostro corpo è una sola, ed una è parimenti quella degli oggetti esterni, i diversi tra essi ci parranno tuttavia tenere diverso grado di calore. Così quand'uno s'immerge in un bagno d'acqua semplice, poniamo a $+ 53^{\circ}$ Réaumur, e stavi alcun tempo si trasferisca di subito in una camera, dove l'ambiente e gli oggetti siano costituiti ancor essi a così alta temperatura, in quel trapasso dall'acqua all'aria proverà una notevole sensazione di freddo. Toccando poi di mano in mano i diversi oggetti

dentro la camera, che pure sono tutti a $+ 53^{\circ}$, avrà impressioni di calore assai differenti. Tenendo il piè nudo sopra uno stramazzo o sopra un tappeto, sentirà un dolce calore; e lo sentirà forte abbastanza da incomodarlo, se calchi ignudo l'ammattionato. Sarà pur forte l'impressione del calore posando la mano sul marmo del camino, e più ancora su qualche oggetto metallico ivi d'intorno. Muri e legnami gli parranno più caldi che la stuoja, o che le vestimenta ond'egli si sarà ricoperto. Pure tutti gli oggetti di là entro sono ad una stessa temperatura. Poniamo ora che da questo ambiente egli si tramuti ad un altro che sia freddo: saranno di subito invertiti anche i relativi gradi di calore delle suppellettili. Stramazzo, soppedanei, oggetti di lana gli sembreranno i più caldi; mobili e legnami freddi; il marmo più freddo ancora; e gli oggetti metallici al disotto di tutti gli altri. Nulladimeno anche qui sono tutti esattamente a medesima temperatura, come possiamo farcene fare testimonianza ad un buon termometro.

Quando noi prendiamo un bagno di mare o un bagno freddo, sentiamo naturalmente più fredda l'acqua che l'aria, e più l'aria che le vestimenta. Pure tali oggetti sono a un dipresso alla medesima temperatura. Un termometro involto entro i panni che abbiamo deposti, o sospeso all'aria libera, o tuffato in mare noterà sempre l'uguale temperatura comune.

Una camicia di tela, che c'indossiamo, pare al primo tratto più fredda che una di cotone; una di flanella ci parrà veramente calda: e sono però tutte a una temperatura uguale.

Anche le lenzuola pajono fredde, tepidi i coltroni: pure lenzuola e coltri da sè sono calde ad un modo.

In estate l'atmosfera cheta e stagnante è calda; se levassi il vento quell'atmosfera medesima ci parrà fredda. Intanto un termometro, sospeso a riparo in sito d'aria tranquilla, segnerà appunto il medesimo grado, come un altro termometro sotto gli sbuffi del vento.

XI.

Tutti questi fatti si possono dichiarar di leggieri in una maniera soddisfacente. Il corpo umano, in tutte le situazioni e su tutti i punti del globo, misura quasi invariabilmente la temperatura interna di 96 gradi Fahrenheit (36° centigr. o 28° circa Réaumur). La sensazione di freddo si ha quando il calorico è sottratto ad una parte qualunque del nostro corpo in maggior copia, che non venga riprodotto e sostituito dal sistema animale. Così al contrario si ha sensa-

zione di caldo, quando il soverchio del rinascendo calore interno non può disfogarsi; o quando un oggetto, che entri in contatto col nostro corpo, ha temperatura più alta che il corpo stesso, e gli cede quindi parte del proprio calore.

La trasmissione del calore (dal nostro corpo ad un oggetto o dall'oggetto al corpo secondo la temperatura) dipende sopra tutto dalla facoltà conduttrice degli oggetti medesimi; onde la trasmissione sarà più o meno rapida o lenta, a misura che sarà forte o debole il grado di conduttività. Perciò un oggetto, che sia buon conduttore del calorico, s'egli ha temperatura più bassa che il nostro corpo, ne berrà avidamente il calore e ci parrà freddo; e se più alta, cederà prontamente del proprio e ci parrà caldo.

Un cattivo conduttore all'opposto piglia il calore e lo cede assai lentamente; quindi nè ci sembra freddo a temperatura più bassa della nostra, nè caldo a temperatura più alta.

Dietro questi principj si potranno di leggieri mettere in accordo tutte le contraddizioni apparenti, che fin qui designammo tra i risultati delle sensazioni e le indicazioni termometriche.

Passando, come in addietro, dal bagno caldo ad un appartamento che abbia medesima temperatura, l'aria, tuttochè a grado più alto che il tepor naturale del nostro corpo, ci trasmetterà del suo calore più lentamente che non facea l'acqua; ed eccone la ragione. L'aria è sostanza più tenue, più rarefatta che l'acqua; perciò ha sempre meno particelle, o meno della sua massa, in contatto col nostro corpo. Inoltre le sue particelle a contatto si riducono ben presto a medesima temperatura col corpo stesso, gli aderiscono, lo involgono come velo, e intercettano così alla più calda porzione dell'ambiente l'approssimarvisi.

Cattivo conduttore del calorico è anche un tappeto; non induce quindi calore nel piede che lo calca, e non sembra di lui più caldo, benchè lo sia notabilmente. Mattoni e marmi invece tragittano quel fluido con prontezza; e più di essi i metalli: perciò il corpo che per sè è di loro più freddo, li sente caldi.

Passando ora ad una camera fredda avranno luogo gli effetti contrarj. Qui ogni cosa ha temperatura inferiore alla nostra naturale. Tappeti ed altri arnesi, come deboli conduttori, non ci rubano calorico, e non ne producono sensazione di freddo: ce ne produce bensì il legno che è miglior conduttore; più ancora il marmo; e più che tutt'altro gli oggetti metallici, che danno infatti la più pungente sensazione di freddo nelle basse temperature.

Paragonando anche qui l'aria e l'acqua a medesimo grado, sen-

tiremo essere più fredda l'acqua, fino ad intirizzirci. Quest'è, che le particelle dell'acqua ci si addensano più numerose intorno il corpo a rubarci il calore; oltre di che le già riscaldate acquistando leggerezza si elevan di subito, e altre particelle fredde si sostituiscono via via in contatto colla nostra cute. Per tal modo l'acqua, senz'essere buon conduttore, opera come tale a freddarci per effetto delle sue correnti.

Le lenzuola dei nostri letti pajono fredde al tocco più che le coltri. Val quanto dire, che sono più facili conduttori del calore, e che ce lo rapiscono di dosso più prontamente. — Che poi noi perdano sì di leggieri quando sono ben riscaldate dal giacervi, questo non è già effetto loro proprio, ma della lana che d'ogni parte le involge; la quale, come non riceve facilmente calore dal di fuori, così non lo sperde dal di dentro. E da ciò appunto è quel che osservano della flanella, che applicata sopra la pelle riesce buon vestimento caldo nei climi freddi, e fresco nei climi caldi.

Nei bollori della stagione l'agitar di un ventaglio ci porta fresco; pure l'aria da lui mossa non è punto modificata nella temperatura, come può vedersi al termometro. Per ispiegare l'apparente contraddizione, si noti che l'aria atmosferica non raggiunge mai di solito il grado di temperatura del nostro corpo. Però finchè l'aria rimane senza moto, le particelle poste a contatto colla nostra cute si riscaldano con essa; e per una tal quale attrazione di molecole, vi si tengono anche aderenti, come aderiscono alla superficie del vetro nelle sperienze fisiche. Per tal modo ella viene a formarci intorno alla persona una specie di velo caldo, che mantiene e fomenta la nostra propria temperatura. — Usando allora il ventaglio, l'agitazione che questo muove nell'aria caccia da noi le particelle a contatto, e ce ne sostituisce dell'altre incessantemente: ogni nuova particella ruba calore alla pelle e se ne va colla preda: così s'induce in noi, e si ripristina di continuo, quell'impression d'aria fresca che ci ristora. — Se però l'ambiente della camera fosse a più di 96° Fahrenheit (35° 1/2 centigradi, o 28° 1/2 circa di Réaumur, che è il tepor naturale del corpo umano), il ventaglio produrrebbe effetti contrarii e invece di dar fresco riscalderebbe. Infatti, particelle calde verrebbero di continuo alla nostra pelle, e caccerebbero le fresche o le tiepide incessantemente.

XII.

Al fin qui detto opporranno forse, che il vetro e la porcellana sono tra i più cattivi conduttori del calorico, e nondimeno ci pajono tanto freddi al primo tocco. Il fatto è però agevole a dichiarare.

Quando noi tocchiamo il vetro, per essere questo di superficie levigatissima e di sostanza densa, abbiamo subito in contatto un gran numero delle sue particelle. Ognuna di esse è al grado dell'ambiente; dunque a più basso grado che noi, e tende a equilibrare la sua temperatura colla nostra; e sottraendoci calore tutte insieme ci producono un bel freddo improvviso. Riscaldata poi a spese della nostra mano la superficie del vetro (e fors'anche le sue particelle a minima profondità) il senso di freddura cessa, perchè la poca facoltà conduttiva del vetro non gli consente di rubarci calore più oltre: perciò egli non continua che per brevi momenti a parer freddo alla mano che lo tocca.

L'osservazione medesima vale anche per la porcellana, e in genere per tutti gli altri cattivi conduttori purchè siano densi e polti. All'incontro una lastra di metallo dura buon tempo a parerci fredda, e non può la nostra mano riscaldarla in così breve termine come fa il vetro.

Una coppa da *thè*, che sia d'argento o d'altro metallo, non ha mai l'impugnatura della stessa materia, mentre una di porcellana ha sempre il manico in porcellana. Quest'è che il metallo sente subito il bollire dell'acqua infusa nel vaso, e non si potrebbe dar di piglio a un sì fatto manico senza scottarsi. Perciò alle coppe di metallo si sogliono adattare le anse o le impugnature di legno o d'avorio, che son difficili conduttori: e se talvolta anche l'ansa si finge in argento o simile, chi vi pon mente non tarda ad avvedersi che d'argento è la sola rivestitura, e ch'ella è anche separata di sopra e di sotto dal massiccio del vaso per due spazietti o anelli della materia rivestita, che non lasciano traggere a lei, nè da lei alla mano, il fervore della cocente bevanda. — Altro avvien della porcellana, che reca lentamente il calore al manico, e questo più lentamente alla mano, per la sua maggior sodezza che cresce l'inerzia conduttiva della materia.

Un bollitojo di tutto metallo, ripieno d'acqua bollente, non si afferra senza involgere il manico di cencio, o carta, o altra poco trasferente materia; mentre se il manico è già di legno s'impugna subito senz'altra preparazione.

XIII.

Ciurmadori e saltimbanchi li vediamo talvolta esporsi a notabili calori senza sentirne danno. La turba ne trasecola: pure in ciò non è punto meraviglia, o se la vi è, non passa il modo della comune intelligenza.

Quando un di questi giocolieri entra in un forno ancora svampante, non lascia mai di tenersi sopra un grosso strato di paglia, di legne, o d'altre sostanze non conduttrici, sulle quali gli è possibile reggere a tutta la promessa temperatura. Il suo corpo, a dir vero, è circondato da un'atmosfera a grado assai elevato; ma l'estrema tenuità di quell'aria fa sì, che tutta la porzione che investe il corpo non possa mai comunicarvi un ingente grado di calore, nè produrre effetto d'importanza.

Oltreccì il *soggetto* (così si chiamano questi *taumaturghi-passivi* da poco prezzo) ha sempre l'avvertenza di non porsi in contatto con un corpo qualsiasi buon conduttore. E quando vuole far prova della potente azione di quel suo forno sopra altri oggetti, egli ha gran cura altresì di metterli in circostanze assai diverse dalle sue, cioè in relazione con metalli o altri eccellenti conduttori del calorico. — S'è anche visto cuocere della carne in quello stesso luogo dove si teneva il *soggetto*: ma in questo caso la carne era deposta sur una superficie metallica, che secondo ogni apparenza era stata prima elevata a molto più enorme grado di calore, che non quello dell'atmosfera dove il nostro *incombustibile soggetto* se la campava trionfalmente.

Prof. G. N. CAVALLOTTI.

(1) **APPENDICE DEL TRADUTTORE**

**sull'apparente grandezza del Sole e della Luna
all'orizzonte** (pag. 3 e 4).

La spiegazione del chiarissimo Autore è infatti la più ricevuta dalla comune dei dotti. Non mancano però di quelli che la rifiutano per assai sufficienti ragioni; e in totalità la causa non è ancora sì ben giudicata, che non debba esser lecito interporvi qualche modesta conghiettura.

Non ha dubbio che la distanza ha gran parte nel giudizio della grandezza, come allora quando, tutti intesi a scrivere, pigliamo per un corvo o altro grosso volatile lontano

LARDNER. *Il Museo ecc.* III.

un tapinello di moscherino che ci corra vicinissimo all'occhio. Alla stessa guisa de' neli non di sfuggita ma per costante impressione non reputiamo maggior il disco del sole o della luna all'orizzonte, per cui solo che quivi guardiamo l'uno e l'altro per lontano come parve al ch. Autore. — Ho sentito però altri dudar la cosa in contrario per riuscire, e con non minore probabilità, alla medesima conclusione. Dicomocostoro: Quando noi vediamo il sole dietro le case della città, o dietro il convulso orizzonte, non non valutiamo per nulla tutta l'altra interminata distanza nell'infinito spazio. Ci pare ch'ei sia appena di là da quelle case o da quel po' d'orizzonte, e poche sappiamo che la vicinanza deve crescergli misura, lo reputiamo anche e lo sentiamo infatti di tanto più ingrandito. — Si vede che in ambedue le spiegazioni è sempre il giudizio che inganna l'occhio; ma la prima non vale che per un orizzonte ben vasto, la seconda che per un orizzonte ben ristretto. Infatti il sole, veduto sorgere sopra l'immensa marina, cresce stranamente di mole, e dovrebbe anzi scemare a norma della seconda spiegazione. La luna piena all'incontro, osservata dietro il colmo del tetto di una casa vicina, ci è grande ne più ne meno che all'orizzonte, e dovrebbe essere piccolissima secondo l'Autore, attesa la minima distanza che l'occhio misura da noi ad essa. E forse che osservandola al meridiano, a così sterminata altezza sopra tutti i campanili e sopra le nuvole, noi non vi sentiamo almen cento volte moltiplicata quella minima distanza di pochi passi? Pure la luna è piccola al meridiano e grande dietro la vicina casa, a dispetto di tutti i supposti calcoli di distanza della spiegazione prima. — Riassumendole entrambe, il sole e la luna all'orizzonte pajono maggiori che altrove così a chi gli avvisa più vicini, come a chi gli avvisa più lontani. Non è dunque propriamente il giudizio che falsa l'impressione dell'occhio, come si pretende, ma è piuttosto l'impressione dell'occhio che anche da premesse contrarie provoca sempre ugual giudizio. Altrimenti gli astronomi, che li san lontani ugualmente, perchè li senton maggiori ancor essi? — Soggiungerò che la grandezza della luna riesce più sformata quand'ella ci sorprende l'occhio come un gran fuoco improvviso, e la ci sembra quindi occupare un gran tratto di spazio; s'impiccolisce invece quando ci accorgiamo che è la luna. Onde è da dedurre che il giudizio dell'intelletto, anziché alterare come altri crede, rettifica piuttosto il giudizio del senso. — Sia dunque puro un giudizio quel che c'inganna, se così voglion le scuole: non sarà il giudizio riflesso della mente, che non potrebbe mai crearsi un'impressione così materiale, così fissa, precisa ed uniforme in tutti i cervelli e sotto tutte le opinioni, meno poi quell'impressione di così matematica esattezza, della doppia distanza col doppio diametro e colla quadrupla superficie, di cui parla il ch. Autore. Sarà invece un giudizio primo primo e tutto proprio dell'occhio, la stessa impressione sensitiva dominata dal natural rapporto di proporzione, come ora ci proveremo di dimostrare.

Si sa che l'angolo visuale degli oggetti si restringe secondo il crescere delle distanze, e scema di metà in metà col successivo raddoppiare di queste. Un oggetto adunque a decupla o centupla distanza mi dovrebbe parer grande appena un decimo o un cente-

simo della sua lineare grandezza primitiva. Non è però così appunto, per questo che le grandezze noi non le misuriamo assolutamente dal solo angolo che ci fan nell'occhio, ma assai più relativamente dalla loro visibile proporzione. Tant'è vero che il capo d'un uomo, che spunti d'improvviso tra i fantocchini, ci parra la testa di Golia e peggio: perchè i fantocchini con tutto il lor casamento e corredo scenico ci son uomini e oggetti grandi a proporzione, e l'uomo vero li supera sproporzionatamente. Procedendo pertanto a distanza impiccolisce di molto all'occhio nostro l'oggetto qualsiasi; ma impiccoliscono del pari tutte le coerenze dintorno a lui. Quindi un uomo, che a dugento passi di distanza dovria parermi come una formica o poco meno, lo vedro ancora alto quasi una metà della porta di dove egli esce, due terzi circa della carrozza dov'egli sale, più del doppio di un ragazzetto ch'ei leverà sulle sue braccia, e va discorrendo. Quell'uomo adunque, in via di proporzione che è il principale elemento della misura, mi è grande a dugento passi nè più nè meno che ad un passo solo; e così dicasi di tutti gli altri oggetti reciprocamente. Vero è che, riferendo quegli oggetti lontani a ciò che mi è più vicino, li sento impiccoliti d'assai; ma la misura che il mio occhio attribuisce loro sarà sempre in un medio termine tra la minutezza assoluta a cui sono ridotti prospetticamente, e la grandezza proporzionale che a qualunque loro distanza è sempre la medesima. Perciò s'io levo un dito a circa mezzo braccio dall'occhio coprirò case e poderi sulla montagna, che avrei giurato occuparmi nella veduta lo spazio di almen due spanne. Case e poderi sono più angusti che la larghezza di un dito: ecco l'impiccolimento prospettico, o angolare, o dicasi di proporzione cogli oggetti vicini a noi. Sono al tempo stesso non minori di due spanne: ecco la grandezza estimativa mantenutasi alquanto più verso l'assoluta, per la costante proporzione che quelle località conservano cogli alberi e altri oggetti vicini a loro, e in complesso con tutto il visibile orizzonte a cui appartengono. — Ed ora finalmente è chiaro, come il sole e la luna che son di costante grandezza angolare, spuntandoci dietro oggetti lontani che stimiam piccoli sì, ma ancora assai maggiori del loro vero impiccolimento, ci pajono ingranditi ancor essi sopra la loro vera misura. Da un piede o circa di diametro che si suole estimar loro, son divenuti voluminosi come una bella parte d'albero o di edificio, come un ronchione di rupe o un'intera cresta di montagna, secondo la distanza. Levano insomma il capo tra fantocchini piccoli che ci somigliano uomini fatti, e non è maraviglia se giganteggiano ancor essi più o meno al confronto.

Resta che mi si conceda fare qualche riprova della presente spiegazione a fronte di quella del chiarissimo Autore.

Si è toccato dal bel principio che il crescimento dell'astro moltiplica a dismisura negli orizzonti immensi, come la marina; diminuisce invece di poco o nulla nei ristrettissimi, come sarebbe la distanza di terra al comignolo della vicina casa. Tale singolarità, che è manifestamente ribelle ai calcoli della distanza, si riduce spontanea sotto il natural rapporto di proporzione. Gli è, che negli orizzonti immensi il paragone dell'astro è con oggetti enormi: con un'isoletta, per esempio, o con un promontorio re-

motissimo, collo spazio d'un intero vascello che vediamo talvolta spuntare all'estrema curva delle acque, o con un numero d'increspature e di nere strisce che non valutiamo ancora per onde e per barchette, e che nella nostra *media estimativa* sono anche scemate assai men del dovere, per l'impercettibile graduazione che accompagna il nostro occhio dalle grandi e vicine alle minime e lontanissime. Negli orizzonti brevi all'incontro il ragguaglio è con oggetti piccoli, e dovrebbe portare analogo impiccolimento. Ma perchè tali oggetti sono tuttavia assai maggiori del disco a cui si raffrontano, ne viene che questo si vantaggia ancora non poco sopra la loro effettiva diminuzione visuale. Così la luna, veduta dietro il comignolo che mi è d'incontro, non è grande al più al più se non come una torricciuola da fumo, o come la larghezza di poche tegole. È però sempre più grande che la sua misura ordinaria, e forse non punto minore di quel ch'ella ci apparisca al consueto orizzonte, per questo che la torricciuola e le tegole tengono *estimativamente* nell'orizzonte vicino quello spazio ad un dipresso, che tiene un'intera casa, o altro oggetto anche più vasto ma perduto in un orizzonte lontano. — Il disco luminoso insomma, nelle due contrarie distanze della marina rimota o del comignolo vicinissimo, è sempre veduto pari o maggiore di qualche cosa che ci dovrebbe parer maggiore di lui: donde nessun orizzonte non lo riduce mai alla sua ordinaria e solitaria piccolezza. E l'effetto della *media estimativa* (tra l'elemento fisso della proporzione che tira a conservare la grandezza primitiva o assoluta, e l'elemento variabile della distanza che tende continuo ad impiccolirla) e poi anche tale, che ne sono ravvicinati di molto, e spesso ragguagliati tra loro, i più distanti e più disformi ingrandimenti. Quindi è che il sole, da quel suo piede di diametro che gli attribuì prima Talete, potrà ben salire anche a tre e più braccia di grandezza estimativa (intendo in mare, o anche in fondo al deserto o ad un'immensa pianura), ma non salirà mai a dugento né a trecento braccia, come pure vorrebbe il paragone col vascello e coll'isoletta, con una piramide d'Egitto o con altro di somigliante.

Tolgasi ora d'improvviso la veduta dell'orizzonte, come col telajetto o traguado a pag. 3: ridurremo subito l'astro alla consueta misura. Ma come e ch'ei vi si riduce parimenti da sé solo, tosto che s'innalzi anche per piccolo tratto sopra l'orizzonte medesimo? Se la misura d'ingrandimento fosse la sola distanza anziché la proporzione, il sole e la luna dovrebbero scemare grado a grado dall'orizzonte al meridiano, per quella forma apparente della volta del cielo, che gli astronomi dichiarano depressa allo zenith (cioè sopra le nostre teste) e allargata o allungata quanto più si discende d'ogni intorno verso l'orizzonte. Val quanto dire che la distanza e la relativa grandezza con essa dovrebbero, salendo allo zenith, scemare gradatamente e non mai all'improvviso: massime che la complessiva vastità dell'orizzonte, da cui è detto che noi misuriam la distanza, non è già perduta per l'occhio neanche quando lo solleviamo ad una discreta altezza nel cielo. Ma è ben perduto il confronto cogli oggetti di grandezza determinata, che sono il gran fondamento della proporzione: epperò il sole e la luna, alti appena di qualche grado sopra l'orizzonte, depongono subito la loro vastità apparente e si riducono alla

grandezza ordinaria, perchè non sono più misurati coll'ingannevol misura di obbietti piccoli ch'io reputo grandi, ma si ragguagliano a tutto l'orizzonte in confuso, anzi a tutta la volta del cielo precisamente come al meridiano. Sono restituiti insomma al loro solito confronto, e quindi anche alla solita statura: come quella testaccia da Goha, là tra le scene dei burattini, ridiventa di giusta misura col solo accostarsi ai palehetti e alla luminaja; o come se più vi garba, l'attore teatrale, ingigantito dal farsi indietro verso lo sfondo di una scenica lontananza, rimpiccolisce grado grado coll'avanzarsi al proscenio.

Neppur in astratto, non è lecito mettere in dubbio che la grandezza sia misurata dalla proporzione, stantechè ogni nostra misura è impreteribilmente ed essenzialmente proporzionale. Non c'è al mondo cosa grande se non a fronte delle più piccole, nè cosa piccola se non a fronte delle più grandi: e lo disse già fin quel famoso topo filosofo presso il Pignotti:

• In mezzo

Della natura all'opere ammirande

Non esiste nè il piccolo nè il grande. •

Aggiungasi che colla sola ragion di distanza bisognerebbe che il giudizio, cioè l'idea, ci creasse un'impressione materiale materialissima dentro l'occhio; ma l'idea non produce impressione materiale se non nei pazzi; ed è invece secondo l'ordine e secondo il disegno di natura, che l'impressione produca idee come nel caso nostro.

Riepilogando oramai:

1.^o Non è vero che il sole e la luna pajano grandi all'orizzonte per questo solo che quivi si stimino più lontani: altrimenti non parrebbero grandi del pari a chi li stima più vicini, nè agli astronomi che li calcolano sempre distanti ad un modo, o circa, in qualunque punto della curva del cielo.

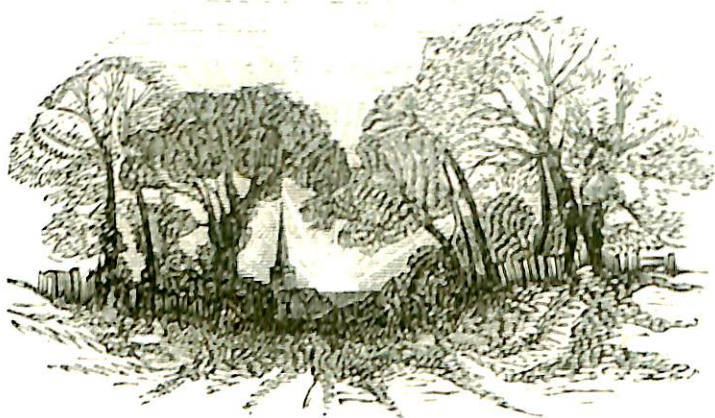
2.^o L'errore non è del giudizio che inganni l'occhio, ma è dell'occhio che giudica, e s'inganna da sé stesso per un'impressione prima prima.

3.^o Tale impressione, ossia tale *giudizio sensitivo della grandezza dipende ed è misurato dalla proporzione dell'oggetto qualsiasi con tutti gli altri che lo circondano: e il ragguaglio della distanza non ci ha luogo, se non come accessorio all'impiccolimento prospettico o angolare degli oggetti medesimi.*

4.^o Da questo impiccolimento prospettico e dalla proporzione tra gli oggetti che è sempre costante a qualunque loro distanza, nasce la *media estimativa*, ossia l'apparente grandezza degli oggetti stessi lontani, che è sempre maggiore per molti doppi della loro vera misura angolare nella retina.

5.^o Il sole e la luna angolarmente ci sono sempre grandi a un modo, o circa. Ora essi all'orizzonte si ragguagliano con misure più o meno alterate di obbietti ch'io reputo grandi e son piccolissimi: devo dunque riputarli proporzionatamente ingranditi anche loro sopra la lor piccolezza ordinaria.

Gli altri accidenti del fenomeno non occorre riassumerli, ma perche' ai miei lettori rimanga un'impressione sensibile ed irrecusabile della spiegazione, li preghero di gittar l'occhio sulla vignetta che e in fronte al nostro Articolo, e che si ripete qui in piede. Vedranno che l'incisore, a caratterizzar la smisurata grandezza del sole, non ha trovato altro modo che di porvi presso una specie di grande obelisco, la cui larghezza è superata di un bel tratto dal diametro del sol nascente. — Se questo è il modo che adoperano i pittori a riprodur l'effetto medesimo che produce la natura, io potro ben dir francamente che la nuova spiegazione non solo è confortata da validi argomenti (come spero siano per parere quelli che ho qui adottati finora) ma è comprovata eziandio dall'*esperimento*, che secondo Galileo e Bacone è il piu inappellabile, se non anche il solo legittimo giudice nelle quistioni naturali.



L'ARIA



- I. L'aria è indispensabile alla vita. — II. Della respirazione. — III. L'aria fresca, rinnovata, è necessaria. — IV. Creduta immateriale dagli antichi. — V. È materiale; suo peso, suo moto. — VI. Modo di pesarla. — VII. L'atmosfera. — VIII. Pressione che essa esercita. — IX. Perchè non ischiacci i corpi. — X. Spiegazione somministrata dalle coppette. — XI. Compressibilità. — XII. Elasticità. — XIII. Pressione elastica. — XIV. Varia a norma della densità. — XV. Strati atmosferici alla superficie della terra e a maggiori altezze. — XVI. L'aria creduta per lo passato un elemento. — XVII. L'aria è un composto. — XVIII. Gas. — XIX. Proporzione dei costituenti dell'aria. — XX. Azoto o nitrogeno. — XXI. Ossigeno. — XXII. Combustione. — XXIII. Suoi prodotti. — XXIV. Acido carbonico. — XXV. Improprio alla respirazione. — XXVI. Aria impura, risultato della combustione delle legne e dei combustibili che servono per l'illuminazione. — XXVII. Ventilazione dei pubblici edifizj. — XXVIII. Acido carbonico dei liquidi in fermentazione. — XXIX. Producesi in tutti i cambiamenti spontanei che avvengono nella materia morta. — XXX. Gas soffocante. — XXXI. L'acido carbonico sparso nell'atmosfera. — XXXII. Sviluppato nella respirazione. — XXXIII. Aria vitale. — XXXIV. Aria venefica degli appartamenti di troppo affollati. — XXXV. Necessità della ventilazione. — XXXVI. L'aria non è, assolutamente parlando, nè trasparente nè incolore.

I.

Di tutte le cose usuali, volgari, l'aria è la più usuale, la più volgare. Non v'ha spazio nè luogo accessibile all'uomo che non ne sia ripieno. Di tutti i bisogni materiali che noi proviamo, il bisogno d'aria è il più incessante, il più vivo, il più imperioso. Il mangiare non è che un bisogno accidentale, al quale si soddisfa di tempo in tempo, vale a dire provvisoriamente. Del vestito si può qualche volta fare a meno, e l'abitudine potrebbe anzi distruggere questo bisogno. Il bisogno di calore deve essere estremo per divenir fatale. Ma la privazione d'aria, non durasse che breve tempo, ha sempre per conseguenza una rapida morte.

A differenza degli altri bisogni naturali, la consumazione d'aria che da noi si effettua non è volontaria. L'azione dei polmoni è, come le oscillazioni di un pendolo, incessante. Allo stato di veglia o di sonno, di malattia o di salute, seduti o ritti o in movimento, che poco importa la nostra posizione e situazione, l'azione polmonare si mantiene con una regolarità, una continuità affatto indipendente dalla volontà. La sua sospensione è sospensione di vita.

Ma cosa è ella mai quest'aria? Cosa è dunque questo agente fisico sì universale, sì potente, e nello stesso tempo così indispensabile alla vita? Non devesi provare un desiderio irresistibile, naturale, di conoscerlo?

II.

L'aria è un fluido trasparente, incolore, invisibile, leggero, sottile, che ci investe da tutte parti e sempre. Attratta ne' nostri polmoni per quell'atto che si chiama *aspirazione* (sorta di succhiamento), essa vi si ferma un istante, poi ne viene espulsa attraverso della bocca e del naso, per la compressione muscolare del torace (petto). Questa doppia azione che si eseguisce alternativamente, e per la quale l'aria entra (*aspirazione*) ed esce quindi dai polmoni (*espirazione*), costituisce la *respirazione*. Durante la sua dimora nei polmoni, l'aria subisce un certo cambiamento in conseguenza del quale, quando è espirata, essa non è più quello che era al momento dell'inspirazione (vale a dire al momento della sua entrata nei polmoni). L'effetto prodotto sul sangue per questa trasformazione è essenziale al mantenimento della vita.

L'aria che, così trasformata, viene espirata, non è più atta alla respirazione. Se, per conseguenza, i polmoni riavessero molte volte di seguito la stessa aria, la morte sarebbe imminente.

III.

L'aria dunque dalla quale siamo circondati deve essere di continuo rinnovata. Quella che noi espiriamo è trasportata lungi e rimpiazzata da altra aria fresca e pura.

IV.

Il parer l'aria senza peso, la facilità colla quale ci muoviamo in essa, la sua invisibilità, tutto fece credere agli antichi che essa fosse immateriale; d'onde il nome di *spiriti* che essi davano alle anime dei morti spoglie dei loro corpi, dalla parola *spiritus*, che significa aria.

V.

Egli è però un grave errore il credere che l'aria non sia pesante; tutto ciò che è materiale è pesante. L'aria, senza dubbio, è leggera, ma solo in confronto di altri corpi. A volume eguale è più leggera delle pietre, della terra, dell'acqua, e di qualsiasi altra sostanza allo stato solido o liquido. Ma per leggera che sia essa ha però un peso, e si può dire: la tal quantità d'aria peserà tanti chilogrammi. La pressione determinata dal suo peso è, in certe circostanze, veramente enorme, e quando si muove con una certa velocità, la sua forza è talmente irresistibile, che sradica gli alberi, abbatte, riduce in rovine i più solidi edifizi, e stende la desolazione su vasti tratti di paese.

Nulla di più facile a dimostrarsi che l'aria pesa, e qual sia questo peso.

VI.

Prendasi una bottiglia di vetro della capacità di un *foot cubico* (più di 28 decimetri cubici), avente il suo collo munito di una chiavetta; estraggasi, mediante una piccola siringa, l'aria della bottiglia; chiudasi poscia la chiavetta, ritirisi la siringa, e la bottiglia non conterrà più aria. Si pesi ora la bottiglia vuota d'aria, aprasi quindi la chiavetta, acciò che l'aria rientri nella bottiglia, e si pesi di nuovo.

Cosa avverrà? La bottiglia peserà oltre a 36 grammi (1 291 *once*) di più che non quando era vuota d'aria.

Da ciò consegue che 28 decimetri cubici d'aria pesano più di 36 grammi.

Siccome il peso d'un foot cubico (28 decimetri cubici) d'acqua è eguale a 997,125 *once* (più di 28 chilogrammi), ne risulta che, a volumi eguali, l'acqua è più pesante dell'aria nella proporzione di 997,125 a 1,291, vale a dire di 772 $\frac{1}{2}$ ad 1.

Siccome 36 *cubic feet* (o 1015 decimetri cubici) d'acqua pesano un *ton* (1015^{ch},649), ne risulta che 772 $\frac{1}{2}$ 36 *cubic feet* d'aria pesano anch'essi una tonnellata; in altri termini, 27810 *cubic feet* d'aria pesano 1015^{ch},649.

VII.

Se si considera che la massa d'aria, il cui insieme ha ricevuto il nome di atmosfera, si eleva al di sopra di noi oltre a 50 miglia (più di 20 leghe), si comprenderà immediatamente che il peso col quale essa gravita su ogni oggetto deve essere considerevolissimo. Se prendesi, per esempio, un *square inch* (6 centimetri quadrati 45) di una superficie piana, egli è evidente che questi sei centimetri quadrati devono sopportare il peso di una colonna d'aria estendentesi da questa superficie fino a tutta l'altezza dell'atmosfera. Si è constatato per esperienze esattissime (delle quali parleremo a tempo e luogo) che questa pressione o questo peso ammonta a 15 *libbre avoirdupois* (6^{ch},801) ed è soggetto di quando in quando ad una variazione che non eccede i $\frac{3}{4}$ di *pound* (340^{gr},0605).

VIII.

È ben constatato che la pressione esercitata dai fluidi agisce egualmente in tutte le direzioni possibili. Così se un corpo qualunque, cala in mare, il peso dell'acqua al dissopra di questo corpo lo premerà egualmente in alto, in basso e lateralmente. È facile dimostrarlo con una esperienza semplicissima.

Si prendono parecchie bottiglie vuote e perfettamente turate. Dopo averle caricate di pesi e disposte in modo che l'una presenti il suo collo in alto, l'altra in basso, questa orizzontalmente e quella più o meno obliquamente, si immergono nell'acqua fino a certa profondità indi ritiransi. Si vedrà in allora che la pressione dell'acqua circostante avrà sforzati indentro i turaccioli di tutte le bottiglie, senza

eccezione, qualunque fosse la loro direzione, e che ogni bottiglia si è riempita d'acqua.

Evidentemente dunque, la pressione determinata dal peso della colonna d'acqua, ad ogni data profondità, si propaga egualmente in tutte le direzioni; e un corpo, quello di un pesce, per esempio, o il corpo d'un palombaro, sostiene questa pressione, non solo inferiormente o superiormente, come potrebbesi credere a bella prima, ma dappertutto, a destra, a sinistra, di sopra, di sotto; in una parola, su tutte le parti a contatto dell'acqua.

Questa trasmissione o propagazione della pressione in tutte le direzioni non è una proprietà esclusiva all'acqua; essa è comune a tutte le sostanze allo stato fluido. L'aria poi è, per così dire, di una fluidità più considerevole dell'acqua, perchè essa muovesi più liberamente; per conseguenza l'aria trasmette più liberamente, senza attenuazione, e in tutte le direzioni, ogni pressione che essa riceve. Lo strato d'aria, in mezzo al quale noi viviamo, subisce, come abbiamo veduto, la pressione di una colonna d'aria che elevasi sino ai confini dell'atmosfera, pressione di 15 *libbre avoirdupois* (6^{ch},801) per ogni *square inch* (6 centimetri quadrati 45). D'onde risulta che un corpo in contatto dell'aria è sottoposto, in tutti i punti della sua superficie, a questa pressione, che si può esprimere in chilogrammi moltiplicando il numero totale de' *square inches* di cui componesi l'intera sua superficie per 6^{ch},801 (o 15 *libbre avoirdupois*).

Il corpo di un uomo di media statura ha una superficie di circa 2000 *square inches*. La pressione totale atmosferica, dunque, da esso sostenuta è 15×2000 , o 30000 *libbre avoirdupois*, o 14 *tons* (4062^{ch},596) circa.

IX.

Egli deve sembrare meraviglioso che una forza così enorme, agendo su tutti i punti della superficie del corpo, non lo schiacci omninamente. Ma ciò non avviene per l'equilibrio perfetto che esiste fra la pressione esterna e l'interna; questo equilibrio è dovuto alla proprietà dei fluidi di trasmettere liberamente, senza attenuazione, la pressione in tutte le direzioni. I fluidi che riempiono tutto il sistema vascolare (vale a dire le arterie, le vene, e gli altri vasi) sono esposti, come la superficie del corpo, alla pressione atmosferica, che invade i polmoni, tutte le cavità e tutte le parti aperte degli organi. Questi fluidi trasmettono questa pressione a tutte le parti interne del corpo, di modo che la pelle, i tegumenti sono compressi dai medesimi verso l'esterno

con una forza esattamente eguale a quella colla quale l'aria preme la superficie esterna della pelle verso l'interno. Queste pressioni esterna ed interna sono necessariamente sempre eguali, perchè in realtà non sono che una sola e stessa pressione; in altri termini, la pressione dell'aria che agisce dall'esterno all'interno sulla superficie esterna del corpo, è dovuta all'azione immediata dell'aria; e la pressione dei fluidi interni, che agisce in senso inverso, è ancora la pressione dell'aria, ma trasmessa da questi fluidi alla superficie interna della pelle e dei tegumenti.

X.

Questa pressione, trasmessa dai fluidi che riempiono gli organi sottocutanei, è realmente sempre in azione; essa non è contrariata, neutralizzata, che dalla pressione immediata dell'aria esterna sulla pelle. Una notissima operazione chirurgica, — le coppette, — ne fornisce la prova evidente. Applicata la coppetta, si estrae tutta o parte dell'aria contenuta in essa mediante apposita siringa. Appena la pelle coperta dal vetro trovasi alleggerita anche solo di una piccola parte della pressione che sovr'essa esercitava l'aria esterna, la pressione esercitata dall'interno all'esterno dai fluidi sottocutanei incomincia a manifestarsi; essa fa rigonfiare e sollevare la pelle nel vetro, e quando la pelle così dilatata vien punta colla lancetta, essa dà uscita al sangue, obbedendo così alla forza di pressione dei fluidi sottocutanei, pressione che agisce dall'interno all'infuori.

XI.

La libera trasmissione della pressione in tutti i sensi è una proprietà che l'aria ha in comune coll'acqua e gli altri liquidi. Essa però possiede un'altra qualità eminentemente caratteristica che non riscontrasi nei liquidi, nè in qualsiasi altra forma assunta dalla materia. L'aria è indefinitamente compressibile.

Prendasi un tubo A B (fig. 1), aperto ad un'estremità A, chiuso all'altra B, munito d'uno stantuffo che vi si adatti a tenuta d'aria, e avente un'apertura regolata da una chiavetta al punto C. Applicando lo stantuffo in A, l'aria che esso chiude nel tubo trovasi allo stato naturale (purchè la chiavetta sia aperta), e lo stantuffo comprime l'aria con tutta la pressione atmosferica che esso subisce. Supponendo che lo stantuffo abbia uno *square inch* (6 centimetri quadrati) di superficie, questa pressione sarà di 15 libbre *avoirdupois* ($6^{th},80115$).

Dopo aver chiusa la chiavetta C, abbandonasi lo stantuffo a una pressione di $6^{th},801$. Se il tubo fosse ripieno d'acqua invece che di aria, lo stantuffo conserverebbe la sua posizione, perchè l'acqua non cedrebbe alla pressione. Ma coll'aria avviene tutto altrimenti. Al momento in cui si effettua la pressione, lo stantuffo discende nel tubo, comprime l'aria in uno spazio più ristretto, e non cessa di discendere che quando l'aria è ridotta alla metà del suo volume originario. Allora la compressione cessa, e lo stantuffo rimane alla metà della sua distanza primitiva dal fondo del tubo (fig. 2).



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

Se dunque l'altezza primitiva dello stantuffo P al di sopra del fondo del tubo era di 12 *inches* ($0^{m},3036$), quando lo stantuffo non era spinto in basso che dalla pressione atmosferica, vale a dire da

6^{ch},801, la sua altezza, quando sostiene 6^{ch},801 di più, vale a dire in totale 13^{ch},602, non sarà di più di 6 *inches* (0^m,1518). L'aria che è ridotta a 12 *inches* (0^m,3036), compressa da 15 libbre *avoirdupois* (6^{ch},801), è, per conseguenza, ridotta a 6 *inches* quando è compressa da 30 libbre (o 13^{ch},602); il volume dell'aria diminuirà dunque nella proporzione esatta dell'aumento della forza comprimente.

Si può spingere l'esperienza più oltre ed ottenere un risultato identico. Se si fa discendere lo stantuffo sottoponendolo a un peso di 13^{ch},602, oltre alla pressione atmosferica, che è di 6^{ch},801, la totalità della forza comprimente sarà di 20^{ch},403. — La forza comprimente essendo in allora aumentata nella proporzione di 3 ad 1, lo spazio in cui l'aria trovasi compressa decrescerà nella stessa proporzione; lo stantuffo P calerà sino a 4 *inches* dal fondo B.

Lo spazio dunque in cui l'aria viene compressa da una forza qualunque è, in generale, tanto meno grande quanto la forza comprimente è più considerevole. Devesi però rimarcare, che nella forza comprimente deve essere calcolata l'originaria pressione dell'aria, che ammonta a 6^{ch},801 per ogni *square inch* (6 centim. quadrati 45).

Questa proprietà di essere indefinitamente e sempre regolarmente compressibile è una delle proprietà essenziali e caratteristiche dell'aria. Le altre materie non la posseggono qualunque forma esse assumano.

I liquidi, in generale, sono assolutamente incompressibili. Alcuni solidi sono compressibili, ma in leggier grado e altrimenti dell'aria.

XII.

L'aria possiede ancora un'altra proprietà affatto caratteristica e di grande importanza che chiamasi *espansibilità*. Pari alla compressibilità essa non ha limiti e manifestasi uniformemente, regolarmente.

Supponiamo che lo stantuffo C del tubo A B, fig. 1, invece di essere spinto in basso, sia tratto in alto, come vedesi nella fig. 3; se, in questo caso, il tubo, al disotto dello stantuffo, fosse ripieno d'acqua resterebbe tra la superficie dell'acqua e lo stantuffo uno spazio vuoto. In una parola l'elevazione dello stantuffo non sarebbe seguita da altro cangiamento sensibile nello spazio occupato dall'acqua. Ma quando il tubo contiene dell'aria, il risultato è affatto diverso. Allora se tirisi in alto lo stantuffo, l'aria che riempiva dapprima il tubo, fra lo stantuffo e il fondo di esso tubo, si dilata e si espande per modo da riempire anche il nuovo spazio reso libero dall'innalzamento dello stantuffo. Di più: questa dilatazione continuerà indefinitamente, a qualunque altezza si innalzi lo stantuffo.

L'elasticità non è altro che questa attitudine dell'aria a dilatarsi indefinitamente quando la si sottrae alle condizioni che la tenevano compressa, imprigionata. Pari alla *compressibilità*, è una proprietà caratteristica dell'aria; proprietà cui non posseggono le altre materie, qualunque sia la forma che esse possano assumere. I liquidi non hanno elasticità. Alcuni corpi solidi posseggono certa elasticità; ma essa non è in alcun modo identica, nel suo carattere e nelle sue leggi, all'elasticità dell'aria qui sopra descritta.

XIII.

Si disse che l'aria, nel suo stato ordinario, esercita una pressione di 15 libbre *avoirdupois* sopra ogni *square inch* di superficie. Questa pressione essa l'esercita sempre, trovisi in comunicazione coll'atmosfera esterna o no. Nell'esempio del tubo A B e dello stantuffo C, l'aria del tubo, prima che venisse introdotto lo stantuffo, comprimeva la superficie interna del tubo con una forza di 15 libbre (6^{ch},801) per ogni *square inch* (6 cent. quad. 4513); questa pressione veniva comunicata all'aria del tubo dal peso dell'atmosfera che essa aveva a sostenere, e quest'aria la trasmetteva senza ostacolo e diminuzione, alla superficie interna del tubo. Introdotto lo stantuffo, rimane intercettata ogni comunicazione coll'aria esterna, e ciò nondimeno l'aria rinchiusa comprime ancora la superficie del tubo colla stessa forza. Siccome questa pressione non potrebbe essere determinata dal peso dell'aria esterna, vale a dire dell'atmosfera (perchè lo stantuffo intercetta ogni comunicazione colla medesima), bisogna per necessità attribuirle completamente all'elasticità dell'aria rinchiusa nel tubo.

Lo stantuffo, introdotto nel tubo, viene dunque ad essere sottoposto all'azione di due forze eguali. Il peso dell'aria esterna lo comprime, lo costringe in basso con una forza di 15 libbre o di 6^{ch},801, e l'elasticità dell'aria contenuta nel tubo lo spinge in alto con una forza parimenti di 15 libbre. Lo stantuffo trovasi così in perfetto equilibrio e non ha alcuna tendenza, sia a salire sia a discendere nel tubo.

In sostanza questo fenomeno cui presenta lo stantuffo di non discendere nel tubo e di non comprimere l'aria che ha al di sotto, quantunque sia a ciò provocato dall'aria esterna che preme su di esso con un peso di circa 7 chilogrammi, cosa prova egli? che l'aria al di sotto dello stantuffo deve spingerlo all'insù con una forza equivalente a circa 7 chilogrammi. Perchè se fosse spinto all'insù da una forza minore, esso discenderebbe per l'eccesso della forza del-

l'aria esterna, e se fosse spinto in alto da una forza superiore a sette chilogrammi, esso subirebbe l'eccedente di questa forza e per conseguenza salirebbe.

L'aria dunque, allo stato naturale ordinario, ha una forza elastica di 6th,801 per 6 centimetri quadrati 4513. Egli ne segue, che quando la medesima è rinchiusa in un vaso, o in un recipiente qualunque, e privata di ogni comunicazione coll'aria esterna, essa preme su ogni 6 centimetri quadrati della superficie interna del vaso con una forza di 6th,801.

XIV.

Questa forza elastica aumenta nella stessa proporzione colla quale diminuisce, per la compressione, lo spazio ove l'aria è rinchiusa; essa decresce nella stessa proporzione che aumenta lo spazio in cui l'aria può dilatarsi. Così supponendo che, quando l'aria riempie 12 *inches* del tubo A B. (fig. 1), essa abbia una forza elastica di 15 *libbre avoirdupois*, si troverà avere essa una forza elastica di 30 *libbre* quando riempie 6 *inches* del tubo, di 45 *libbre* quando riempie 4 *inches*, di 60 *libbre* quando riempie 3 *inches*, e così di seguito. Ma quando essa può estendersi e occupare 24 *inches*, la sua forza elastica si trova ridotta a 7 *libbre* e $\frac{1}{2}$; quando può dilatarsi in uno spazio di 36 *inches*, la forza elastica non è di più di 5 *libbre*, e così di seguito.

XV.

Lo strato o letto d'aria che stendesì sulla superficie della terra, e nel cui seno vivono gli abitanti del nostro globo, trae la sua pressione, la sua elasticità e la sua densità, dal peso della massa intera dell'atmosfera che trovasi al dissopra di esso. Ne segue evidentemente che salendo su di una montagna, lasciando al dissotto una certa porzione dello strato atmosferico, rimanendo al dissopra di noi una quantità d'aria proporzionatamente meno considerevole; il peso della colonna d'aria sarà quindi meno grande, e per conseguenza anche la pressione, l'elasticità e la densità dello strato che ci circonda saranno in proporzione meno grandi. Egli è ciò che infatti avviene. Saliamo sui Pirenei o le Alpi, e là noi troveremo l'aria sensibilmente rarefatta. Ivi essa è più leggera, e la pressione che esercita è molto meno considerevole. Da ciò deriva certamente quell'affanno che provano gli aeronauti quando spingonsi a considerevoli

altezze. Esso è prodotto dalla rarefazione (attenuazione) dell'aria. I fluidi rinchiusi nel corpo restano molto meno compressi, alcuni organi si gonfiano, e producesi l'effetto delle coppette, con perdita di sangue dal naso e susurro d'orecchie.

XVI.

Gli antichi credevano che l'aria fosse una sostanza o corpo semplice che entrasse più o meno nella composizione dei corpi in generale; perciò essi la chiamavano uno degli elementi (gli altri erano, nella loro teoria fisica, l'acqua, la terra ed il fuoco). Più al corrente delle cose, al giorno d'oggi noi sappiamo che nè l'aria, nè l'acqua, nè la terra, sono sostanze semplici od elementari; quanto al fuoco, esso non è per alcun modo una sostanza, ma un effetto fisico dovuto allo sviluppo considerevole e subitaneo di calore che accompagna la combinazione chimica di certe sostanze. Così gli elementi degli antichi non sono per nulla affatto degli elementi.

Ma ritorniamo all'aria che, in questo momento, è più particolarmente l'oggetto della nostra attenzione.

XVII.

L'aria, — per questa parola intendesi qui l'aria dell'atmosfera, l'aria che noi tutti respiriamo, l'aria attraverso la quale vedesi il firmamento, l'aria di cui le correnti (i venti) trasportano i nostri vascelli e il nostro commercio sopra l'Oceano da un paese all'altro, — l'aria è un composto, un misto di due specie d'aria assai differenti.

XVIII.

Siccome esiste un gran numero di specie d'aria, di cui le qualità e le proprietà differiscono infinitamente, quantunque siano simili in apparenza (esse, infatti, sono tutte invisibili, trasparenti, incolore, leggere, compressibili ed elastiche), — si giudicò convenevole di chiamarle col nome generale di gas, derivato dalla parola sassone *gast*, e di restringere l'applicazione della parola aria a questo composto, a questo miscuglio particolare di gas che costituisce l'atmosfera.

XIX.

L'opinione erronea che l'aria fosse una sostanza semplice ed elementare prevalse fino alla fine del secolo scorso. A quest'epoca,

Lavoisier, celebre fisico francese, che fu uno de' più illustri fondatori della chimica moderna, dimostrò che l'aria è un miscuglio di due gas differenti, in proporzioni determinate e chiamati ossigeno ed azoto (o nitrogeno).

100 pollici cubici inglesi d'aria sono un miscuglio di 80 pollici cubici d'azoto e di 20 d'ossigeno. Il risultato delle analisi le più esatte differisce da questa proporzione di una frazione infinitesimale che (sebbene sotto certi riguardi essa non sia senza importanza) non deve qui imbarazzar il lettore. Basterà ch'egli si imprima bene nella memoria la proporzione di 80 sopra 20.

Questa costituzione dell'aria atmosferica può dimostrarsi con un certo numero di processi. Ma alcuni di questi essendo basati su dei principj che non si comprenderebbero senza cognizioni chimiche più estese di quelle possedute dai nostri lettori in generale, non ci limiteremo alla dimostrazione seguente, che speriamo verrà intesa senza difficoltà.

Si introducano in una bottiglia ben chiusa 100 pollici cubici d'aria ordinaria e 40 pollici cubici di gas chiamato idrogeno: se si fa passare attraverso questo miscuglio una scintilla elettrica, — ciò che si può eseguire facilmente, — si produrrà un'esplosione e uno sviluppo considerevole di calore. Raffreddata che sia la bottiglia ed esaminato il suo contenuto, si vedrà che essa contiene 80 pollici cubici d'azoto e una quantità d'acqua il cui peso è esattamente eguale ai pesi riuniti di 20 pollici cubici di ossigeno e di 40 pollici cubici di idrogeno.

Devesi dunque conchiudere da ciò che, sotto l'influenza della scintilla elettrica, uno dei costituenti dell'aria è entrato in combinazione coll'idrogeno formando dell'acqua. Siccome poi l'aria ha perduti 20 pollici cubici, ne segue che questa porzione della medesima è un gas che ha la proprietà di combinarsi con due volte la sua propria quantità di idrogeno, e di formare così dell'acqua. Il gas che possiede questa proprietà ha ricevuto il nome di ossigeno.

Due conseguenze traggonsi dalla su citata esperienza, amendue di grande importanza. Essa prova: in primo luogo, che 100 pollici cubici d'aria ordinaria compongonsi di 80 pollici cubici di azoto e di 20 pollici cubici di ossigeno; e, in secondo luogo, che 20 pollici cubici di ossigeno mescolati a 40 di idrogeno convertonsi in acqua, se attraverso ai medesimi si fa passare la scintilla elettrica.

Restano a spiegare le proprietà principali dei due gas il cui miscuglio, nella proporzione di 80 a 20 o di 4 ad 1, costituisce l'aria ordinaria.

XX.

L'azoto, o nitrogeno, che forma i quattro quinti dell'aria che noi respiriamo, è caratterizzato piuttosto da qualità negative che non da qualità positive. Esso è incolore, insipido, inodoro. Una candela accesa introdotta nell'azoto si estingue immediatamente. Nessun animale che respiri può vivere in esso.

Sebbene questa inereditaria a mantenere la vita non sia propria esclusivamente di questo gas, essa però gli valse il nome di azoto, derivato da due parole greche, che significano privazione o negazione della vita.

Questo gas non è infiammabile.

La sua influenza distruggitrice sulla vita animale non procede da una qualità velenosa o nociva ad esso inerente, ma semplicemente dall'assenza di ossigeno.

Il suo peso, a pressione eguale, differisce pochissimo da quello dell'aria ordinaria: 100 pollici cubici di azoto pesano 30 grani e $1/6$. e cento pollici cubici d'aria ordinaria pesano 31 grani.

XXI.

L'altro componente dall'aria atmosferica, — l'ossigeno, — è caratterizzato da un gran numero di proprietà assai rimarchevoli.

Pari all'azoto, l'ossigeno non ha nè colore, nè odore, nè sapore. A volume eguale, e sotto un'istessa pressione, esso è un po' più pesante dell'aria comune: 100 pollici cubici di ossigeno pesano 34 grani e $1/5$.

Le proprietà le più eminentemente caratteristiche di questo gas sono quelle che si riferiscono alla combustione e alla respirazione.

XXII.

La combustione (o l'abbruciamento) è un fenomeno che consiste nello svolgimento rapido e considerevole di calore e di luce prodotto dalla combinazione dell'ossigeno con una classe di corpi chiamati combustibili.

Riscaldando al calor rosso un pezzo di carbone, esso entra immediatamente in combinazione chimica coll'ossigeno dell'atmosfera. Produconsi un gran calore ed una viva luce, e il risultato è un composto gasoso, formato di ossigeno e di carbonio, e chiamato acido carbonico.

Così pure riscaldando dello zolfo sotto l'istesso modo si osservano simili effetti.

Ma questi fenomeni così prodotti nell'aria ordinaria sono esclusivamente dovuti alla presenza dell'ossigeno, che tuttavia non forma che la quinta parte di quest'aria. Se ne può concludere che se i combustibili qui sopra si introducessero in un'atmosfera contenente una proporzione più grande di ossigeno, e, meglio ancora, se essi venissero collocati in una atmosfera di ossigeno puro, i fenomeni sarebbero molto più pronunciati.

E ciò è appunto quanto avviene.

Ogni sostanza che abbrucia nell'aria ordinaria, abbrucia con un'intensità molto maggiore in un'atmosfera di puro ossigeno. Un pezzo di legno acceso ancora in un punto quasi impercettibile, e che nell'aria ordinaria si estinguerebbe del tutto spontaneamente, immerso in un vaso di puro ossigeno si ravviverebbe e infiammerebbe. Un pezzo di carbone, riscaldato al calor rosso ad una sua estremità, ed introdotto nell'ossigeno, entrerà in ardente combustione, producendo una luce brillantissima fino a totale disparizione. Il fosforo trattato allo stesso modo, abbrucia anch'esso producendo una luce così viva da non poterlo fissare impunemente. Se si introduce in un vaso, come sopra, un filo di ferro la cui estremità sia al calor rosso, questo filo abbrucierà rapidamente, lanciando esso pure brillanti scintille.

Queste sostanze scompajono tutte durante la combustione. Prima che la scienza fosse arrivata al punto cui pervenne, supposevasi che le medesime fossero distrutte. Al giorno d'oggi ritensi fermamente che la materia, qualunque sia la sua forma, qualunque sia il processo naturale impiegato, non può venire distrutta più di quello che creata. Per aumentare come per diminuire la quantità di materia di cui si compone l'universo, è indispensabile l'intervento della Divinità; è questo un assioma fisico della massima generalità e d'una verità incontestata. Quando, dunque, la materia ponderabile sembra scomparire, tenendole dietro si potrà scoprire il suo nascondiglio e la causa della sua scomparsa e delle sue metamorfosi.

XXIII.

Suppongasì p. e. che un pezzo di carbone acceso, di sufficiente grandezza, sia immerso in un vaso di vetro ripieno d'ossigeno puro. Il carbone entrerà in combustione ardente e si manterrà in questo stato durante un certo tempo, gettando dei bagliori sempre più vivi

sino a che si spegne. Se in allora si sottomette il gas rinchiuso nel vaso alle prove chimiche ordinarie, si vedrà che questo gas non è più ossigeno. Se si immerge in esso una candela accesa, questa si spegne immediatamente; collocandovi dentro un animale vi muore. Il suo peso sorpasserà quello che aveva prima dell'esperienza, e pesando il residuo del carbone si troverà aver esso precisamente perduto il peso guadagnato dal gas.

In una parola, il gas ossigeno che si trovava nel vaso, al principio dell'esperienza, è stato convertito in un gas differente, più pesante, chiamato gas acido carbonico. Una porzione del carbone è entrata in combinazione chimica coll'ossigeno, combinazione accompagnata da svolgimento di calore e di luce che caratterizza i fenomeni di combustione. Tale è la causa della conversione di cui si tratta.

XXIV.

Sarebbe grandemente a desiderarsi che ognuno conoscesse perfettamente il carattere e le proprietà dell'acido carbonico. Questo gas rappresenta una parte delle più importanti in una moltitudine di operazioni, di fenomeni naturali e artificiali, che si incontrano ogni giorno e ad ogni momento nel corso ordinario della vita.

Come tutti gli altri gas, l'acido carbonico, allo stato naturale, è invisibile, incolore, compressibile, elastico. Esso ha un odore acuto, un sapore leggermente acido. Se lo si fa discendere alla temperatura del ghiaccio che si fonde, e lo si comprime con una forza di 36 atmosfere vale a dire di 36×15 , o 540 libbre *avoirdupois* per ogni pollice quadrato inglese, (*square inch*), esso riducesi allo stato liquido; se lo si riduce alla temperatura di 180 gradi al di sotto di zero del termometro di Fahrenheit, esso gela e passa allo stato solido.

XXV.

L'acido carbonico è affatto improprio alla respirazione. Inspirato puro, determina uno spasmo violento della *glottide*, la quale gli impedisce di entrare nei polmoni. Se, però, trovisi mescolato al medesimo abbastanza quantità d'aria da impedirgli di produrre lo spasmo, esso allora può invadere i polmoni, e, in questo caso, agisce sul sistema nervoso come veleno narcotico.

XXVI.

Tutte le sostanze impiegate a riscaldare gli appartamenti, carbone, coke e legna; tutte quelle che si impiegano ad uso di illuminazione.

olio, sego, cera, si compongono principalmente di carbonio combinato in deboli proporzioni con altri corredi. Il maggior prodotto di queste sostanze è, per conseguenza, l'acido carbonico. Quando in un camino o in una stufa si abbacia del carbone o un altro combustibile, l'acido carbonico esce pel camino o per la canna del furo e non altera l'aria dell'appartamento. Ma le cose procedono altrimenti nascendosi dell'acido carbonico sviluppato dalle lampade e dalle fiamme con cui rischiaransi gli appartamenti. Tutto l'acido carbonico che esse producono si mescola all'atmosfera degli appartamenti e la corrompe più o meno. Siccome esso è sviluppato in uno stato di calore e d'espansione considerevoli, esso sale al soffitto, si espande e ondeggia per qualche tempo. Se alla sommità del soffitto non si trova alcuna apertura che gli permetta di uscire, esso ricade subito, si mescola all'aria dell'appartamento, l'avvelena, e la rende nociva alla salute delle persone che la respirano.

XXVII.

Nei teatri e nei grandi edifizj, in generale, rischiarati da una lumiera centrale sospesa alla volta, si ha l'avvertenza di praticare nella medesima un'apertura. Per tal modo l'acido carbonico può dissiparsi, come si dissipa e disperde per la canna d'un camino o per quella di una stufa, quando sviluppa dai combustibili. Osserviamo qui che tutti gli appartamenti dovrebbero essere muniti di simili aperture. Le lampade, le fiaccole ecc. danno incessantemente origine a dell'acido carbonico che i nostri appartamenti, quasi sempre chiusi ermeticamente, ritengono con gran detrimento della salute.

XXVIII.

L'effervescenza dell'acque di Seltz, del vino di Sciampagna, della birra e di altre simili bevande, è dovuta all'acido carbonico che contengono e che trovasi improvvisamente liberato dalla pressione che esso subisce, quando si toglie dalla bottiglia il turacciolo. L'aggradevole pizzico di queste bevande ha per causa principale la presenza dell'acido carbonico; ma siccome al contatto dell'aria, o quando si lascia la bottiglia aperta, esso svolgesi facilissimamente, la bevanda diviene allora fiacca e insipida.

D'ordinario l'acqua contiene una maggiore o minore quantità d'acido carbonico. Quest'acido venendo espulso per l'ebollizione, l'acqua che ha subita quest'operazione acquista, nel raffreddamento, un sapore particolare insipido, dovuto all'assenza di questo gas.

L'introduzione dell'acido carbonico nello stomaco non ha le stesse dannose conseguenze della sua introduzione nel polmone. Esistono pochi alimenti o bevande che non ne contengano più o meno.

La fermentazione, in generale, sviluppa dell'acido carbonico. Il gas ruttato dagli stomaci dispeptici (che digeriscono male), affetti da flatulenze (venti) e acido carbonico.

XXIX.

Questo gas si produce in abbondanza in tutti i cambiamenti spontanei che sono la conseguenza della corruzione delle materie animali e vegetabili. In autunno dopo la caduta delle foglie, nei boschi, nelle foreste, nei giardini, e dappertutto dove si accumulano delle foglie morte, l'aria è più o meno impregnata d'acido carbonico che, in causa del suo peso, rimane lungamente condensato negli strati inferiori dell'aria che esso rende insalubre.

XXX.

Questo gas si accumula inoltre spesso volte in fondo a vecchi pozzi ed è conosciuto sotto il nome di aria soffocante. Un animale che entrasse in uno di tali pozzi vi perirebbe.

Alcune volte esce dalla terra, sviluppato da qualche causa sotterranea. La celebre grotta del cane in Italia, e Pymont in Westfalia ne offrono degli esempi. Il primo di questi luoghi deve il suo nome alla crudele esperienza (al giorno d'oggi abbandonata) colla quale si faceva vedere che un cane introdotto in questa grotta vi periva.

XXXI.

L'acido carbonico è più pesante dell'aria; ciò che lo prova si è che esso può decantarsi, come un liquido, da un vaso nell'altro. Egli sarebbe però un errore il credere che, in conseguenza del suo peso relativo, esso tengasi incessantemente nelle regioni basse dell'atmosfera, per la stessa ragione che l'acqua sta al dissotto dell'olio. I gas in generale obbediscono ad una legge fisica in virtù della quale essi, quando sono a contatto, si mescolano e si confondono assieme, malgrado il loro peso differente.

Una leggera proporzione d'acido carbonico è sempre sparsa nell'atmosfera; essa risulta da un numero incalcolabile di operazioni, di cause naturali che agiscono alla superficie della terra. Non si deve però

considerarlo come un costituente dell'aria ordinaria, più di quello vengano considerati quali costituenti dell'acqua pura il fango del Tevere o del Mississippi, o il sale dell'Oceano.

XXXII.

L'acido carbonico è sviluppato in quantità considerevole dalle respirazioni. L'ossigeno che forma un quinto dell'aria ordinaria inspirata è assorbito dal sangue prima di guadagnare il sistema arterioso, e lo stesso sangue, uscendo dal sistema venoso, lascia fuggire una quantità corrispondente d'acido carbonico, che è espirato per la bocca e le nari. Così, mentre l'aria inspirata è un miscuglio di azoto e di ossigeno, l'aria espirata è un miscuglio di azoto ed *acido carbonico*.

Ne segue che l'effetto della respirazione sull'aria circostante è precisamente lo stesso di quello di una lampada o di una fiamma. Nell'uno e l'altro caso, il costituente ossigeno scompare, ed è rimpiazzato da *acido carbonico*.

L'ossigeno dell'aria mantiene dunque evidentemente la vita animale per un effetto specifico proprio che esso produce sul sangue che lo assorbe e lo trasporta attraverso il sistema arterioso e venoso, dove si converte in *acido carbonico* e compie una serie di funzioni variate necessarie al mantenimento della vita.

XXXIII.

Egli è perciò che l'ossigeno dell'aria chiamasi di spesso: *aria vitale*.

XXXIV.

Negli appartamenti e negli edifizi in cui trovasi riunito un gran numero di persone principalmente quando i medesimi sono rischiarati da una luce artificiale, avviene una produzione rapida, enorme di *acido carbonico*; in questo caso non è soltanto la respirazione che contribuisce a formarlo, sono anche le lampade, le fiaccole, i beccchi a gas.

A dir vero nei pubblici edifizi si adottò generalmente un qualche sistema di ventilazione, per modo che l'aria viene rinnovata e l'*acido carbonico* espulso; ma nelle abitazioni private in cui non hanno luogo riunioni numerose che in via di eccezione, il più di spesso trascurasi quanto si riferisce alla ventilazione. Da ciò deriva che

le grandi veglie, i balli ed altri divertimenti di società presso i particolari, hanno, per la salute, delle conseguenze funeste. Trovansi quindi ammonticchiati in appartamenti splendidamente illuminati. La respirazione, l'esalazione della pelle provocata da una temperatura elevata e l'esercizio della danza, la combustione di un gran numero di candele, di beccchi a gas, tutto sviluppa una immensa quantità di *acido carbonico*, che non potendo disperdersi al di fuori, si accumula sino a che ognuno si accorge dalla pena che esso produce nella respirazione. Si ha ricorso allora alle finestre o alle porte, che si aprono, e per le quali delle correnti d'aria fresca sono introdotte e l'aria corrotta espulsa. Ma ciò non è che un palliativo. Se l'aria così introdotta avesse una temperatura conveniente, essa sarebbe presso a poco efficace, sufficiente, ma quest'aria ordinariamente ha una temperatura di 20 a 40 gradi più bassa di quella dell'appartamento. Le persone esposte a queste correnti fredde e improvvise (le donne più specialmente di cui la pelle assai riscaldata ed i pori aperti offrono all'aria una considerevole e maggior superficie senza difesa) prendono del freddo, e la pelle, restringendosi, fa rientrare nel sangue i fluidi che avrebbero dovuto uscirne per la traspirazione cutanea. Da ciò innumerevoli malattie, reumi, raffreddori, febbri, e, in più casi che non lo si crede, morti premature e crudeli.

Quels tristes lendemains laisse le bal folâtre!

Adieu, parure, et danse, et rires enfantins!

Aux chansons succédait la toux opiniâtre,

Au plaisir rose et frais la fièvre au teint bleuâtre.

Aux yeux brillants les yeux éteints.

Elle est morte!

(VICTOR HUGO, *les Orientales*, XXXIII.)

XXXV.

Dalle precedenti considerazioni scorgesi, quanto importi che gli architetti, i costruttori, i proprietari non trascurino, come in generale hanno fatto sino ad ora, le questioni relative alla ventilazione degli appartamenti. Queste questioni sono di un'alta importanza.

XXXVI.

L'aria, si disse più sopra, è incolore e trasparente; questo è vero, non solo per l'aria ordinaria, ma generalmente per tutti i gas, quando se ne esaminino delle piccole quantità come quelle sulle quali si ha

LARDNER, *Il Museo ecc.* III.

l'abitudine di sperimentare. Strettamente parlando però, l'aria non è assolutamente trasparente, nè affatto priva di colore.

Quando un fluido è leggerissimamente colorato, la sua tinta particolare non è percettibile se non quando se ne considera un certo spessore. Un bicchiere a cono rovesciato come quelli che servono pel vino di Sciampagna, ripieno di xérès leggermente colorato o di un altro liquido di colore analogo, permette di distinguere alla sua superficie il colore particolare del liquido; ma il colore si indebolisce sempre più a misura che lo sguardo discende all'estremità del cono, punto nel quale esso colore è appena percettibile. Un tubo di vetro di piccolo diametro, immerso in un bicchiere contenente un liquido colorato, e poscia estrattolo lascia vedere il liquido sospeso nel suo interno così incolore, così trasparente come fosse dell'acqua. Tuttavia non si può dubitare che il liquido del tubo non abbia lo stesso colore del liquido del bicchiere. Se non distinguesi il colore, ciò dipende solo dall'essere la quantità del liquido del tubo troppo piccola e dal riflettere una quantità di colore troppo poco considerevole per produrre sull'occhio un effetto sensibile.

L'atmosfera è nello stesso caso. Il colore emesso, riflesso da una quantità poco considerevole di aria atmosferica, è troppo debole perchè lo si percepisca. Così l'aria che riempie una stanza, o che è frapposta tra l'occhio e le abitazioni, gli alberi ed altri oggetti circostanti, sembra completamente trasparente e incolore; noi vediamo dunque tutti questi oggetti distintamente, attraverso dell'aria, nei loro proprii colori. Ma quando, durante il giorno, noi traversiamo collo sguardo un volume d'aria rischiarato dalla luce del sole, e di un'altezza di 50 a 60 miglia, vediamo una tinta azzurra assai pronunciata. Questo azzurro o ceruleo che, a cielo sereno, forma la volta celeste, non emana da alcuno degli oggetti che occupano le regioni dell'universo in cui trovansi collocati i corpi celesti; esso appartiene alla grande massa d'aria attraverso la quale vedonsi questi corpi.

Tuttavia, per vedere questo colore particolare dell'aria, non fa bisogno che si offra all'occhio una massa così considerevole. Le montagne lontane sembrano azzurrastre; egli non è che il loro colore sia tale, ma ciò dipende dalla tinta del mezzo aereo attraverso del quale noi le vediamo. A misura che noi ci avviciniamo ad esse, la quantità d'aria interposta diminuisce, la tinta azzurrastra scompare, e noi le vediamo nei loro colori proprii.

Dott. G. GORINI.

NOTE

La frequenza delle comunicazioni coll'Inghilterra rende, in qualche modo, indispensabile la conoscenza delle monete, delle misure e dei pesi di questo paese. Alcune parole su questo soggetto non saranno dunque qui fuori di luogo.

MISURE DI LUNGHEZZA.

Inch (pollice inglese) equivale a	2 centim. 559954.
Foot (piede inglese).	5 decim. 0479
Yard (tre feet, o tre piedi inglesi).	9 decim. 1458.
Fathom (2 yards)	1 met. 8287.
Pole o perch (5 yards (1/2))	5 met. 02944.
Furlong (220 yards)	201 met. 16457
Mile (1760 yards)	1609 met. 5449.

MISURE DI SUPERFICIE.

Square inch (pollice quadrato) equivale a	6 centim. quad. 454566.
Square foot (piede quadrato).	0 met. quad. 0929.
Square yard (yard quadrato).	0 met. quad. 856097.
Rod (perch quadrato)	25 met. quad. 291959.
Rood (1210 yards quadrati)	10 ari 146775.
Acre (4840 yards quadrati)	0 ettari 404671.
Square mile (miglio quadrato)	2 chilom. quad. 588884.

MISURE DI CAPACITÀ.

Pint (1/8 di gallon) equivale a	0 litro 567952.
Quart (1/4 di gallon)	1 litro 453864.
Gallone imperial	4 litri 54543797.
Peck (2 gallons)	9 litri 0869459.
Bushel (8 gallons)	36 litri 547664.
Sack (5 bushels)	1 ettol. 09045.
Quarter (8 bushels).	2 ettol. 907815.
Chaldron (12 sacks).	15 ettol. 08516.

MISURE DI SOLIDITÀ.

Cubic inch (pollice cubico) equivale a	16 centim. cub. 586476.
Cubic foot (piede cubico)	0 met. cub. 028214.
Cubic yard	0 met. cub. 764502.

PESI.

PESI TROY.

Grain ($\frac{1}{24}$ di penny-weight) uguale a	0 gr. 06477
Penny-weight ($\frac{1}{10}$ d'oncia)	4 gr. 55436
Once ($\frac{1}{12}$ di livre troy)	34 gr. 0915.
Livre troy	575 gr. 096.

PESI AVOIRDUPOIS.

Dram ($\frac{1}{16}$ d'oncia) equivale a	4 gr. 7712.
Once ($\frac{1}{16}$ della livre)	28 gr. 5584
Livre o pound.	455 gr. 4448.
Quarter	42 chilogr. 6956.
Hundred-weight	50 chilogr. 78246.
Ton	1015 chilogr. 649.

MONETE.

MONETE D'ORO.

Guinea (guinea) equivale a	26 fr. 47 cent.
Sovereign (sovrano)	25 fr. 21 cent.
Pound o livre sterling (lira sterlina).	25 fr. 2079.

MONETE D'ARGENTO.

Crown (corona) equivale a	5 fr. 81 cent.
Florin (fiorino)	2 fr. 52 cent.
Shilling (scellino)	1 fr. 20 cent.
Demi-shilling	0 fr. 60 cent.

BIGLIONE.

Penny equivale a	0 fr. 10 cent.
Half-penny	0 fr. 05 cent.
Farthing	2 cent. 42.

Al § XI in fine: Dove il nostro Autore asserisce che l'essere indefinitamente e sempre regolarmente compressibile è proprietà caratteristica dell'aria, sembra voler alludere non solo all'aria propriamente detta, ma a varj corpi aeriformi cui contrappone ai liquidi e ai solidi, come leggesi subito dopo.

Al §. XXXII. *Circolazione e respirazione.* — Il fluido dal quale vengono alimentate le diverse parti degli animali è il sangue. Il sangue muove dal cuore, da cui, per l'azione muscolare di questo stesso organo, è spinto in un sistema di tubi flessibili chiamati *arterie*, che, pari al tronco e ai rami di un albero, hanno, al loro

punto di origine, una grossezza considerevole, e vanno diminuendo insensibilmente a misura che si ramificano nel sistema, sino a che da ultimo finiscono in un'altra serie di tubi chiamati, a motivo della estrema loro piccolezza, *capillari*. Da questi il fluido nutritivo passa in un altro sistema di tubi chiamati *vene*, per le quali è ricondotto al cuore. La forma e la distribuzione delle vene rassomiglia a quella delle arterie: i loro tronchi mettono al cuore e le minute loro ramificazioni confondonsi nei vasi capillari. Mentre però, nelle arterie, il sangue passa dai tronchi alle ramificazioni, nelle vene invece passa dalle ramificazioni ai tronchi.

Passando dalle arterie alle vene pei capillari, il sangue subisce un cangiamento rimarchevole nelle sue proprietà. Gli elementi nutritivi che esso conteneva, li abbandonò agli organi attraverso ai quali venne dai capillari condotto e ritorna al cuore per le vene onde prendervi novella provvigione di costituenti nutritivi. Anche il suo colore si è sensibilmente modificato: il sangue arterioso era di un rosso vivo; il sangue venoso è di un rosso nerastro.

Un altro sistema di tubi, che hanno la loro origine su tutti i punti del corpo, componesi, come le arterie e le vene, di ramificazioni e di tronchi che conducono al cuore da ogni parte del corpo, ma più specialmente dagli intestini, un fluido che in alcuni luoghi è incolore, in alcuni altri rossastro. Questo fluido chiamasi *linfa*, e i vasi che la conducono, *linfatici*: quello poi che essi traggono dagli intestini chiamasi *chilo*. Come avviene del sangue nelle vene, così avviene anche della linfa nei linfatici; essa passa cioè dalle ramificazioni ai tronchi. Questi tronchi versano il loro contenuto nei tronchi venosi in vicinanza dei punti ove questi mettono nel cuore; ne segue che dopo la congiunzione dei linfatici colle vene, il contenuto di quest'ultime è un miscuglio di linfa e di sangue venoso. Questa linfa racchiude una parte degli elementi nutritivi che rinnovano il sangue venoso.

Quando questo miscuglio di linfa e di sangue è stato versato nella cavità del cuore pei tronchi venosi esso viene di nuovo espulso dal cuore dalla forza muscolare di quest'organo e spinto ai polmoni per un sistema di vasi flessibili chiamati *arterie polmonari*. Nei polmoni, il miscuglio resta sottoposto all'azione dell'aria che essi riceveranno nell'atto respiratorio e subisce un'ultima modificazione che gli rende tutte le sue qualità nutritive, e lo converte di nuovo in sangue arterioso di un rosso brillante.

Dai polmoni, e quando ha subito questo cangiamento finale, il sangue è ricondotto al cuore per un'altra serie di tubi o vasi chiamati *vene polmonari*. Viene quivi ricevuto in altra delle cavità del medesimo, e da questa rendesi, come dapprima, per le arterie nei capillari, per ritornare al cuore per le vene.

Tali sono i fenomeni che costituiscono ciò che si chiama la *circolazione del sangue*.

La *respirazione* è una funzione in istretto rapporto colla circolazione. L'aria atmosferica attratta nei polmoni per l'aspirazione, entra nelle cellule (o scompartimenti aeriferi) di questi organi; e là, agendo sul sangue attraverso i tessuti, dà origine a dei cangiamenti della massima importanza vitale. Viene assorbito l'ossigeno dell'aria atmosferica, e vien messo in libertà l'acido carbonico, di cui era carico il sangue venoso. Questo doppio effetto costituisce il cambiamento finale di cui si è parlato e in forza del quale il sangue riacquista il suo carattere arterioso. Ne segue che l'aria che si espira nella respirazione è impoverita di una gran parte del suo ossigeno, e caricata di una certa quantità di acido carbonico.

La circolazione e la respirazione sono dunque, come si vede, i fenomeni che

costituiscono la fonte prossima, immediata, della nutrizione. Il sangue arterioso, traversando il sistema, depone su ognuno de' suoi punti i principj nutritivi e riceve in iscambio una parte di ciò che il corpo rifiuta. I linfatici, raccogliendo dalle diverse parti del sistema la linfa nutritiva, la trasmettono al sangue venoso col quale essa è portata ai polmoni; quivi il sangue venoso si spoglia degli elementi nocivi rigettati e trasmessigli dagli organi, e riceve l'ossigeno dell'atmosfera, ossigeno che è necessario per ridonargli (combinato colla linfa) il suo potere nutritivo.

Questa nota è la versione di un passo dell'opera recente del dottor Lardner: *Animal Physics, or the Body and its functions familiarly explained* (Fisiologia animale, o il Corpo e le sue funzioni familiarmente spiegati), p. 45 e segg., Londra, 1837.

IL SUONO

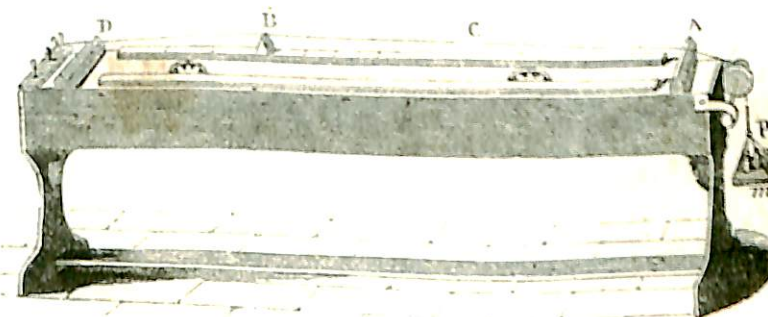


Fig. 2.

I. Definizione. — II. L'aria conduttrice del suono. — III. Propagazione progressiva del suono. — IV. Ampiezza delle onde sonore. — V. Suoni musicali, come sieno caratterizzati. — VI. Altezza o tono. — VII. Forza. — VIII. Timbre. — IX. X. Velocità. — XI. Distanze misurate col suono. — XII. La densità dell'aria influisce sulla forza dei suoni. — XIII. Effetti delle agitazioni atmosferiche. — XIV. Propagazione del suono attraverso i liquidi. — XV. Attraverso i solidi. — XVI. Effetti dell'elasticità dell'aria. — XVII. Esperienze di Chladni. — XVIII. Monocordo. — XIX. Vibrazione delle corde musicali. — XX. Si spiega la causa dell'armonia.

I.

Il suono è la sensazione prodotta nell'organo dell'udito, quando esso viene commosso da ondulazioni trasmesse attraverso l'atmosfera. Queste ondulazioni sono prodotte sotto condizioni fisiche infinitamente varie, ed ogni varietà di condizioni è seguita da una diversa sensazione.

II.

La presenza dell'aria o di un altro mezzo conduttore è indispensabile alla produzione del suono, e lo si prova col seguente esperimento:

Si mette sotto la campana pneumatica la nota macchinetta, chia-

mata sveglia, che consiste in una campanella su cui batte un martello, il quale è messo in moto da un ordigno d'orologio.

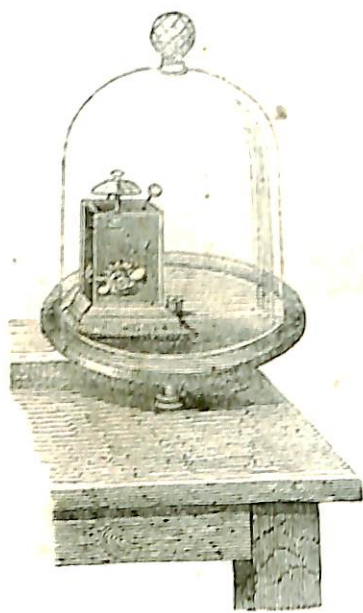


Fig. 1:

Attraverso la sommità della campana pneumatica passa, a sfregamento e a tenuta d'aria, una verga o spranghetta, l'estremità della quale preme una molla a scatto che regola il movimento dell'ordigno da orologio a cui sta unito il martello. Mediante un manubrio posto fuor del recipiente pneumatico si obbliga questa verga a dar lo scatto alla molla, e così a piacimento si fa o non si fa suonare la campanella (fig. 1).

Messe a posto le cose, e collocata la sveglia nel recipiente pneumatico sopra un soffice cuscinetto di lana per impedire che la vibrazione sia comunicata al piatto della macchina, si estrae l'aria nel solito modo. Estratta l'aria, mediante la verga a sfregamento si fa suonare la campanella. Nessun suono si udirà, quantun-

que si scorga il martello a battere, e si scorgano fino le vibrazioni della campanella. Ora, se si introduce un po' d'aria nel recipiente si udirà un tenue suono, e questo suono a grado a grado diverrà più forte nella misura che a grado a grado verrà introdotta l'aria.

In questo caso le vibrazioni che direttamente colpiscono l'orecchio non sono le vibrazioni dell'aria contenuta nel recipiente pneumatico. Queste agiscono sul recipiente stesso, e sul piatto della macchina, producendo in essi delle vibrazioni simpatiche, e queste vibrazioni simpatiche producono nell'aria esterna le altre vibrazioni che poi sono trasmesse all'orecchio.

Se nell'esperienza sopraccennata non si fosse frapposto un cuscinetto tra la sveglia e il piatto della macchina pneumatica, si sarebbe udito il suono, non ostante il vuoto. Le vibrazioni in tal caso si sarebbero propagate prima dalla campanella al piatto della macchina e ai corpi in contatto con esso, e poi, per mezzo loro, all'aria esterna.

III.

La propagazione delle onde sonore attraverso l'atmosfera è progressiva, perciò un intervallo di tempo maggiore o minore deve scorrere tra

la vibrazione del corpo sonoro, e la percezione del suono da un uditor, e questo intervallo sarà proporzionale alla distanza che corre dal corpo sonoro all'uditor, e alla velocità con cui il suono viene propagato attraverso il mezzo interposto. La propagazione progressiva del suono può essere direttamente provata coll'esperienza.

Ponete una serie di osservatori *a, b, c, d* etc., sopra una linea, e alla distanza di circa mille piedi fra loro, e scaricate una pistola in *P* circa mille piedi lontano dal primo osservatore *a*. Questo



primo osservatore vedrà il bagliore dell'esplosione circa un minuto secondo prima che possa udirne lo scoppio. L'osservatore *b* udrà lo scoppio circa un minuto secondo dopo che fu udito dall'osservatore *a*, e circa due secondi dopo che vide il bagliore. E allo stesso modo il terzo osservatore in *c* udrà lo scoppio un secondo dopo che fu udito dall'osservatore in *b*, due secondi dopo che fu udito dall'osservatore in *a*, e tre secondi dopo ch'ebbe visto il bagliore. E così il quarto osservatore in *d* udrà lo scoppio un secondo più tardi di quello ch'ebbe ad udirlo il terzo osservatore in *c*, due secondi più tardi di quello ch'ebbe ad udirlo il secondo osservatore in *b*, tre secondi più tardi di quello ch'ebbe ad udirlo l'osservatore in *a*, e quattro secondi dopo ch'egli stesso potè vedere il bagliore.

Ora bisogna osservare che al momento in cui lo scoppio è udito dal secondo osservatore in *b*, ha cessato d'essere audibile al primo osservatore in *a*, e che quand'esso è udito dal terzo osservatore in *c* ha cessato d'essere udito dal secondo osservatore in *b*, e così di seguito. Ne deriva che il suono si propaga per l'aria non istantaneamente, ma progressivamente, e in modo uniforme.

IV.

Siccome la sensazione del suono è prodotta dall'onda aerea urtante il timpano dell'orecchio nel modo stesso che l'impulso dell'onda marina percuote la spiaggia, ne segue che l'intervallo tra la produzione del suono e la sua percezione è il tempo che quell'onda impiega a percorrere l'aria dal corpo sonoro all'orecchio; e stante che queste onde sono propagate attraverso l'aria in successione regolare l'una seguendo l'altra senza che mai si sovrappongano, l'ampiezza di un'onda può sempre essere determinata, quando si conosca il numero delle vibrazioni che il corpo sonoro fa in un secondo, e la ve-

locità con cui il suono percorre l'aria. Se, per esempio, si conosce che una corda musicale fa 500 vibrazioni al secondo, e che il suono di questa corda impiega un secondo per giungere all'orecchio di una persona lontana mille piedi, si deduce che vi sono 500 onde nello spazio di mille piedi, e per conseguenza ogni onda misura due piedi.

La velocità quindi del suono e il numero delle vibrazioni sono sempre dati sufficienti per misurare la lunghezza dell'onda sonora.

V.

Non si sa con chiarezza o certezza per quali condizioni le vibrazioni che producono i suoni comuni o rumori si distinguano da quelle che producono i suoni musicali. È tuttavia certo che quanto più le vibrazioni sono regolari, uniformi, ed eguali, esse producono suoni tanto più gradevoli e musicali.

I suoni si distinguono secondo l'altezza, o *tono*, per cui sono alti o bassi; secondo la loro *intensità*, per cui sono forti o tenui; e secondo una proprietà detta in francese *timbre*, parola che adotteremo in mancanza di una equivalente nella lingua nostra.

VI.

Il *tono* è grave o acuto. Nel primo caso il suono è basso nella scala musicale; nel secondo è alto.

Più son rapide le vibrazioni, e più acuto è il suono. Una nota bassa è prodotta da vibrazioni molto meno rapide che una nota di soprano.

Tutte le vibrazioni prodotte nello stesso tempo danno origine a onde d'eguale lunghezza, e a suoni di *tono* eguale.

VII.

L'intensità di un suono, o il suo grado di forza dipende dalla forza con cui succedono le vibrazioni del corpo sonoro.

VIII.

Che sia il *timbre* non è facilmente spiegabile; e ancor meno possono essere constatate le condizioni fisiche da cui dipende. Se noi udiamo la stessa nota musicale prodotta collo stesso grado di forza successivamente sopra un flauto, sopra un clarinetto, sopra un oboe, senza la minima esitanza distingueremo un istrumento dall'altro.

Ora la distinzione vien fatta dietro l'osservazione di alcune particolarità nelle note prodotte, eppure le note sono le stesse, e son prodotte coll'egual grado di forza.

IX.

L'assenza di ogni confusione negli effetti della musica udita a qualsiasi distanza, ci fa manifesto che nello stesso mezzo tutti i suoni hanno la stessa velocità. Se le diverse note prodotte simultaneamente dai varii istrumenti di un'orchestra percorressero l'aria con ineguale velocità, esse sarebbero sentite da un uditor lontano in istanti diversi; ne verrebbe la conseguenza che un concerto musicale produrrebbe all'orecchio degli uditori, eccettuati quelli immediatamente vicini agli esecutori, la più intollerabile confusione e cacofonia: poichè le diverse note prodotte simultaneamente, che udite insieme formano l'armonia, sarebbero in distanza udite successivamente, e suoni prodotti successivamente sarebbero uditi come prodotti insieme: e ciò secondo la diversa velocità con cui le note attraverserebbero l'aria.

X.

La velocità del suono varia col variare dell'elasticità del mezzo in cui è propagato. La sua velocità dunque attraverso l'aria varierà più o meno, col barometro e col termometro.

I metodi sperimentali che furono adottati per constatare la velocità del suono sono simili in principio a quello che noi abbiamo brevemente spiegato in via di schiarimento. Il più esteso ed accurato sistema di esperimenti che mai siensi fatti intorno a quest'oggetto, fu quello di cui si valse l'ufficio delle Longitudini a Parigi nell'anno 1822. In quest'occasione per corpi sonori si usarono pezzi d'artiglieria caricati con da due a tre libbre di polvere, che erano posti a Villejuif e a Montlhery. L'esperienze erano fatte di notte, affinchè si potesse osservare il bagliore più facilmente e più accuratamente. Queste esperienze erano dirette da Prony, Arago, Mathieu, Humboldt, Gay-Lussac, e Bouvard. Il risultato fu che quando il barometro segnava poll. 29. 8, e il termometro 61° Fahr., la velocità del suono era di 1118 piedi e 4 pol. al secondo.

Secondo la teoria di Laplace la velocità del suono cresce in ragione di 1 piede e 11 pollici al secondo per ogni grado di aumento, e diminuisce nella stessa misura per ogni grado di decremento nel termometro. Da ciò risulta che la velocità del suono a 32° Fahr. è di

1086 piedi e 2 poll. al secondo. Per tutti gli usi pratici è a sufficienza esatto il ritenere la velocità del suono di 1120 piedi al secondo alla temperatura di 62° Fahr; e concedere 13 pollici per ogni variazione di un grado nella temperatura.

XI.

La produzione del suono è in molti casi accompagnata da svolgimento di luce, come p. e. nelle armi da fuoco, e in generale nelle esplosioni, e nel caso di elettricità atmosferica. In tali casi la distanza può essere constatata con gran precisione osservando l'intervallo tra il bagliore e lo scoppio, e moltiplicando il numero dei secondi di questo intervallo pel numero dei piedi esprimenti la velocità del suono al secondo. Così se il bagliore di un lampo è veduto dieci secondi prima che si oda il tuono che l'accompagna, e se l'atmosfera è in tali condizioni che la velocità del suono sia di 1120 piedi al secondo, è evidente che la nube dalla quale si sviluppò l'elettricità deve essere distante 11200 piedi.

XII.

Lo stesso corpo sonoro produrrà un suono più forte o più tenue, secondo che la densità dell'aria che lo circonda aumenta o diminuisce. Nell'esperimento già spiegato in cui la sveglia è posta nel vuoto, il suono cresce di forza tanto più quanto più aria è introdotta nella campana pneumatica. Se la sveglia si ponesse sotto a un condensatore, e fosse quindi circondata da aria fortemente compressa, il suono crescerebbe ancor più.

Quando si discende a considerevole profondità colla campana da palombari, l'atmosfera di essa è compressa dal peso della colonna d'acqua soprastante. In tal circostanza un semplice bisbiglio è forte quasi come il comun suono di voce all'aria aperta; e il parlare colla forza ordinaria produce tanto effetto da diventar penoso.

Sulla cima delle alte montagne, dove la colonna barometrica discende alla metà della solita altezza, e dove l'aria è quindi assai rarefatta, l'intensità dei suoni è assai diminuita. Coloro che ascendono in un pallone trovano necessario, per farsi udire, di parlare con maggior sforzo, e, come si direbbe, a voce più alta. Quando Saussure ascese il Monte Bianco trovò che il colpo di una pistola non era più forte di una ordinaria battuta di mano.

XIII.

I venti violenti e le altre agitazioni atmosferiche influiscono sulla trasmissione del suono. Quando un forte vento soffia dall'uditore verso il corpo sonoro, cessa soventi d'essere udito un suono, che durante la calma si sarebbe udito distintamente. Un'atmosfera fredda e tranquilla, sopraposta a una superficie piana e liscia, è sommamente favorevole alla trasmissione del suono. Il Luogotenente Forster, nella terza spedizione polare di Sir Edward Parry tenne colloquio con una persona ch'era sulla riva opposta della rada di Port-Bowen: la distanza fra gl'interlocutori era maggiore di un miglio.

Si dice che il fragor del cannone della battaglia di Waterloo fu inteso a Dover, e che le cannonate di combattimenti navali nella Manica furono udite nel centro d'Inghilterra.

XIV.

Anche i liquidi sono capaci di propagare il suono. I palombari ponno farsi udire alla superficie dell'acqua, e le pietre o altri oggetti urtati sott'acqua producono un suono percettibile alla superficie. Risulta dall'esperienze di Colladon fatte a Ginevra, che il suono è trasmesso nell'acqua a gran distanza con maggior forza che nell'aria. Un colpo dato sott'acqua nel lago di Ginevra fu distintamente udito attraverso tutta la larghezza del lago, alla distanza di 9 miglia.

I corpi solidi, siccome muri o fabbricati, interposti fra il corpo sonoro e l'uditore, diminuiscono la forza del suono, ma non l'arrestano, quando la trasmissione avviene nell'aria; ma appare dagli esperimenti di Colladon che per l'interposizione di tali ostacoli la trasmissione del suono nell'acqua vien quasi distrutta.

XV.

I solidi dotati d'elasticità hanno parimenti la facoltà di propagare il suono. Se la cima di una spranga composta di qualsiasi solido dotato d'elasticità viene leggermente graffiata o stropicciata, il suono riescirà distinto all'orecchio dell'ascoltatore posto all'altro capo, qualunque il suono sia tale da non essere possibile ad udirsi dalla stessa persona che lo produce, e che è contigua al luogo della sua origine.

La stessa terra trasmette il suono in modo da renderlo percettibile all'orecchio quando l'aria nol possa. È noto che si può udire a di-

stanza assai grande l'avvicinarsi di una schiera di cavalli col mettere l'orecchio a terra. Nelle regioni vulcaniche si dice che il rombo che ordinariamente è pronostico di una eruzione sia udito prima dalle bestie dei campi, perchè le loro orecchie sono generalmente vicine al suolo: ed esse allora col loro spavento e colla loro agitazione avvertono gli abitanti dell'imminente catastrofe. Fra le tribù selvagge è in uso questo metodo di porre l'orecchio a terra per accertarsi dell'arrivo di alcuno a grandi distanze.

XVI.

La velocità con cui il suono si propaga nell'aria varia colla elasticità di essa; e quando i diversi suoi strati sono resi inegualmente elastici dall'ineguale radiazione del calore; dall'azione dell'elettricità, o da altre cause, la trasmissione del suono è irregolare. Passando da uno strato a un altro di diversa elasticità non solo varia la celerità con cui il suono è propagato, ma è altresì diminuita la forza e l'intensità dell'ondulazione per gli effetti combinati della riflessione e dell'interferenza, cosichè il suono giungendo all'orecchio dopo essere passato per mezzi così varii è spesso volte assai indebolito.

Il fatto che i suoni distanti sono più distintamente uditi di notte che di giorno, deve in parte essere attribuito alla circostanza che gli strati dell'atmosfera sono esposti durante il giorno a vicissitudini di temperatura più variabili che durante la notte.

XVII.

I solidi che compongono il corpo animale sono capaci di trasmettere le onde sonore all'organo dell'udito, quand'anche l'aria circostante quest'organo sia impedita dal comunicare coll'origine del suono.

Chladni ha dimostrato che due persone, turando gli orecchi, possono tuttavia conversare tra loro tenendo lo stesso bastone fra i denti o appoggiando i denti sopra lo stesso corpo solido. L'istesso effetto si ottenne premendo il bastone contro il petto o la gola, o altra parte del corpo.

Se una persona parla dirigendo la bocca nell'interno di un vaso composto di sostanza che possa vibrare, come vetro o porcellana, e un'altra turando gli orecchi tocchi quel vaso con un bastone tenuto fra i denti, quest'altra udirà quanto dice la prima. — Lo stesso accade usando vasi di legno o di metallo.

Se due persone tengono fra i denti lo stesso filo, turando gli

orecchi esse udranno reciprocamente le loro parole, purchè il filo sia ben teso.

XVIII.

Degli apparati di varie forme che furono inventati per produrre suoni musicali in vista di schiarirne experimentalmente la teoria, il più adatto allo scopo è il *monocordo*, o *sonometro* (fig. 2) che consiste in una corda di minugia o di filo metallico, DBCAP, attaccata a un punto fisso, fatta passare sopra una carrucola, e tesa da un dato peso *m*. Sotto la corda sta una cassa vuota o armonica, al corpo della quale è fissata la carrucola. La corda posa su tre cavalletti, A, B, D, due dei quali, A e D, sono fissi, e l'altro, B, sdrucciolando può essere mosso innanzi e indietro in modo da variare a piacimento la lunghezza di quella parte di corda che è compresa fra due cavalletti.

Una scala di divisione è posta sotto di essi perchè si possa precisare con facilità la lunghezza della corda che vibra. Col variare il peso la tensione può essere diminuita o accresciuta nelle volute proporzioni. *Questo può compiersi facilissimamente per mezzo di pesi cilindrici preparati e adatti allo scopo che si pongono nel piatto da stadera appeso in capo alla corda. Con questo apparato si potè determinare il rapporto tra le varie note della scala musicale e la misura delle vibrazioni da cui esse sono rispettivamente prodotte.

XIX.

In una corda come quella del sonometro, ogni altra condizione restando inalterata, il numero delle vibrazioni è in proporzione inversa della lunghezza della corda vibrante. Così, se la lunghezza fu dimezzata, il numero delle vibrazioni sarà raddoppiato; se la lunghezza fu moltiplicata o divisa per tre, il numero delle vibrazioni sarà diviso o moltiplicato per tre, e così via.

Ponete i cavalletti a tutta quella distanza fra loro che l'apparecchio permette, e regolate il peso che tende la corda in modo che la nota prodotta dalla vibrazione della corda corrisponda ad una data nota di musica, per esempio , che è la nota più bassa della chiave di soprano.

Fatto questo movete il cavalletto mobile verso il cavalletto fisso pizzicando continuamente la corda finchè essa produca la ottava al disopra della nota avuta da prima, cioè finchè produca la nota  media della chiave di soprano.

Se ora colla scala del monocordo si misurerà la lunghezza della corda che vibra, la si troverà precisamente la metà della lunghezza primitiva.

XX.

Ne segue che la stessa corda darà suoni un'ottava più alti di prima se la sua lunghezza sarà dimezzata. Ma dimezzando la lunghezza si raddoppia il numero delle vibrazioni. Ne segue che due suoni di cui uno sia un'ottava più alto dell'altro sono prodotti da vibrazioni che stanno fra loro nel rapporto di 2 a 1; e per conseguenza l'ampiezza dell'ondulazione che produce la nota più bassa sarà doppia di quella dell'ondulazione che produce la nota più alta.

Con simili esperimenti si dimostra che più frequenti sono le coincidenze di vibrazioni, più perfetta è l'armonia; e così meno frequenti esse sono e più discordanti sono le note.

Prof. G. BRUSA.

L'ACQUA

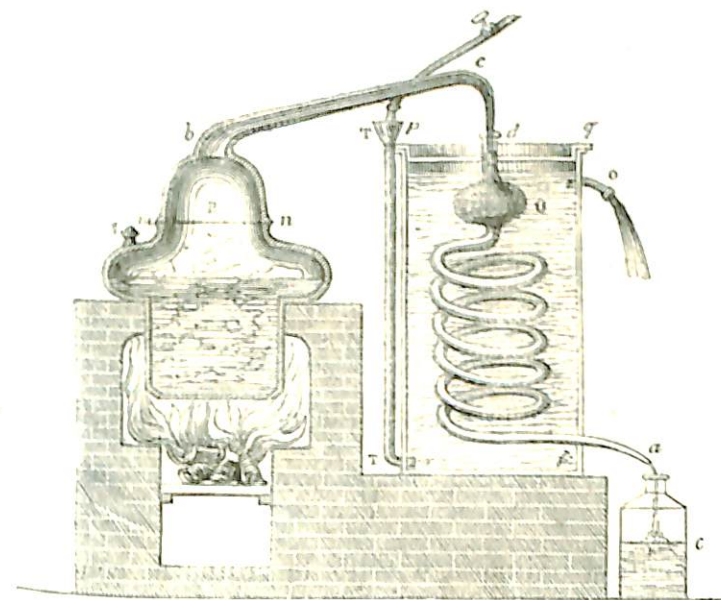


Fig. 1.

- I. L'acqua può esistere allo stato solido, allo stato liquido, o allo stato di vapore. —
- II. Non ha colore nè sapore. — III. Suo peso. — IV. È dilatata dal calore. — V. Grado della maggiore sua densità. — VI. Punto di congelazione. — VII. Punto d'ebollizione. — VIII. Evaporazione. — IX. Calore assorbito nell'evaporazione. — X. Evaporazione superficiale. — XI. Aria satura di vapore. — XII. Processo di prosciugamento. — XIII. Esempio somministrato dalle strade. — XIV. Prosciugamento delle biancherie. — XV. Il vento favorisce il prosciugamento. — XVI. L'acqua non è mai pura naturalmente. — XVII. Essa contiene dell'aria. — XVIII. Ed altre sostanze in soluzione; acqua cruda. — XIX. Acqua dolce. — XX. Sorgenti minerali. — XXI. Filtrazione. — XXII. Filtro di carta. — XXIII. Filtri artificiali. — XXIV. L'acqua non è assolutamente incolore. — XXV. Modo di ottenere l'acqua assolutamente pura. — XXVI. L'acqua di pioggia è pressochè tale. — XXVII. Acqua di fiume; acqua del Tamigi. — XXVIII. L'acqua non è elemento; sua composizione. — XXIX. Processi di depurazione. — XXX. Distillazione dell'acqua. — XXXI. Conversione del vapore in acqua. — XXXII. Peso del vapore. — XXXIII. Condensazione. — XXXIV. Apparecchio distillatorio. — XXXV. Composizione e decomposizione. — XXXVI. Ossigeno ed idrogeno. — XXXVII. Idrogeno. — XXXVIII. Quello dei palloni aerostatici. — XXXIX. Infiammabile. — XL. Acqua prodotta dalla artificiale combinazione dell'ossigeno e dell'idrogeno. — XLI. Apparecchio per questa esperienza. — XLII. Composizione dell'acqua. — XLIII. Analisi dell'acqua. — XLIV. Mediante la corrente voltaica. — XLV. Con altri processi. — XLVI. Col potassio ed il sodio. — XLVII. Col ferro.

LARDNER. Il Museo ecc. III.

I.

La più comune delle sostanze naturali, dopo l'aria, è l'acqua. È questa meno universalmente diffusa, e quantunque i suoi usi non siano meno numerosi, nè meno importanti, la sua azione sui regni animale e vegetabile non è di una utilità egualmente grande, nè di una necessità così imperiosa.

L'acqua a seconda delle diverse condizioni fisiche alla cui azione trovasi esposta, può esistere tanto allo stato liquido, che allo stato solido, o allo stato gasoso. Egli è forse in questo ultimo stato ch'essa trovasi il più generalmente alla superficie del globo; ma essendo in questo caso meno palese ai sensi che non negli altri due suoi stati, essa non colpisce che quelle persone cui sono famigliari i caratteri scientifici di sua presenza.

Egli è allo stato liquido che l'acqua ci è più famigliare.

II.

Alla temperatura ordinaria e sotto le ordinarie condizioni atmosferiche, l'acqua pura è un liquido incolore, insipido, trasparentissimo.

III.

Il suo peso rispettivamente al suo volume è facilissimo a ritenersi, essendosi calcolato che un *foot* cubico (o 28 decim. cub. 016) d'acqua alla temperatura di 60 gradi, ordinaria temperatura dell'atmosfera in questi climi, pesa, a un minimo circa, un migliajo di once (28^{ch},338,40).

Così pure è facile a tenere a memoria che un *gallone imperiale* (4^l,543) d'acqua pura, alla temperatura suddetta, pesa 10 *libbre avoir du poids* (4^{ch},534140), e, per conseguenza, che una *pinta imperiale* (0^l,5679), o l'ottava parte del gallone, pesa $\frac{1}{4}$ di *libbra avoir du poids* (566^{gr},766).

IV.

Per l'azione del calore, tutti i liquidi si dilatano (espandono); si contraggono, invece, per quella del freddo. È questo un fatto generale che ognuno conosce, e l'acqua non fa eccezione. Un gallone di acqua bollente p. e. sarà meno di un gallone di acqua fredda, ed un gallone di questa sarà di più di un gallone della prima.

L'acqua dunque può rendersi più densa, vale a dire più pesante sotto un dato volume, facendola raffreddare, e meno densa, ossia più leggiera, sotto un dato volume, facendola riscaldare.

V.

A un certo punto della scala termometrica riscontrasi però un'eccezione sorprendentissima a questa legge generale; e tale eccezione è offerta appunto dall'acqua. Facendola gradatamente raffreddare essa restringesi sempre più e diventa di mano in mano più densa, fino a che la sua temperatura arriva a 38°, 8 del termometro di Fahrenheit. Facendola allora ulteriormente raffreddare, invece di contrarsi, e divenire più densa e più pesante, l'acqua si dilata e diventa meno densa e più leggiera.

L'acqua, dunque, a volumi eguali, è più pesante e più densa alla temperatura di 38°, 8 che a qualsiasi altra temperatura più alta o più bassa. Questa temperatura dell'acqua venne, perciò, denominata: *temperatura della sua massima densità*.

VI.

Facendo abbassare la temperatura dell'acqua a 32 gradi Fahr., essa diventa solida. Questo cambiamento dello stato liquido in solido chiamasi *congelazione*, e la temperatura di 32 gradi alla quale esso avviene chiamasi *punto di congelazione* dell'acqua.

VII.

È noto a tutti che esponendo l'acqua all'azione di una sorgente calorifica, per esempio, del fuoco, si fa innalzare la sua temperatura; ma questo innalzamento ha un limite. L'acqua non oltrepassa una certa temperatura per quanto prolungata ed intensa sia su di essa l'azione del fuoco. Questa temperatura, nello stato ordinario dell'atmosfera, è quella marcata sul termometro 212°. Immerso, dunque, un termometro nell'acqua sottoposta all'azione del fuoco, esso non lo oltrepasserà mai per quanto si prolunghi l'azione del fuoco su di essa.

Quando la temperatura dell'acqua è arrivata a questo punto stazionario, la si vede fortemente agitata in ognuna delle sue parti. Delle bolle di vapore si formano in corrispondenza di quei punti del vaso che sono i più vicini al fuoco, e innalzandosi esse con

certo qual impeto, abbandonano incessantemente la superficie e determinano nel liquido l'agitazione particolare summenzionata.

Questo stato dell'acqua chiamasi *ebollizione*, e la temperatura stazionaria di 212 gradi alla quale l'ebollizione si effettua chiamasi *il punto di ebollizione* della scala termale.

VIII.

Sino a tanto che l'acqua esposta all'azione del fuoco non abbia raggiunto il punto d'ebollizione, il calore che le viene comunicato serve ad elevare la sua temperatura, o, come si dice, a renderla più calda. Ma, arrivata all'ebollizione, essa non si riscalda di più. Cosa avviene dunque del calore che il fuoco continua a somministrarle se essa non lo ritiene?

Ecco la spiegazione di questo fatto. L'acqua in ebollizione convertesi rapidamente in vapore, e questo, innalzandosi incessantemente dalla superficie dell'acqua, disperdesi nell'aria. La quantità d'acqua del vaso, adunque, è di continuo diminuita dalla quantità che svolgesi sotto forma di vapore, e, continuando l'esperienza, l'acqua scomparirebbe affatto dal vaso, convertendosi tutta in vapore.

Il calore dunque somministrato dal fuoco, e che non serve maggiormente ad innalzare la temperatura dell'acqua del vaso, è intieramente assorbito dal vapore nel quale convertesi l'acqua. Questo vapore, a dir vero, non è più caldo dell'acqua da cui proviene, non essendo la sua temperatura che di 210 gradi; ma egli è dimostrato per le esperienze dei chimici e dei fisici, che è necessario molto più calore per comunicare la temperatura di 210 gradi al vapore, che non per comunicare la stessa temperatura all'acqua, e che egli non è che elevando il vapore alla temperatura dell'acqua da cui proviene, che la totalità del calore somministrato dal fuoco viene assorbita.

IX.

Così trovasi che un dato peso di acqua a 212° Fahr., alla qual temperatura passa allo stato di vapore, assorbe tanto calore quanto basterebbe per innalzare cinque volte e mezza la stessa quantità d'acqua dal punto di congelazione al punto di ebollizione.

X.

Non è soltanto quando è portata al grado di ebollizione che l'acqua convertesi in vapore; ciò può avvenire più o meno a tutte le tem-

perature, e venne constatato che anche il ghiaccio produce del vapore. Ma l'evaporazione dell'acqua al dissotto del punto di ebollizione avviene in condizioni diverse e in modo affatto diverso. L'acqua in ebollizione convertesi in vapore su tutti i punti e a tutte le profondità, e, più abbondantemente che altrove, lungo le pareti interne del vaso. Alle altre temperature invece l'evaporazione è intieramente superficiale. Il vapore svolgesi dalla superficie dell'acqua, si innalza sino allo strato d'aria che stendesi su questa superficie, e confondesi con esso. Questa evaporazione inoltre è infinitamente meno rapida, infinitamente meno abbondante di quella che producesi quando si innalza e si mantiene la massa intiera dell'acqua al punto di ebollizione.

XI.

Lo strato d'aria che stendesi sulla superficie dell'acqua può essere considerato come un medio, un intermediario che ha un certo potere limitato di assorbire il vapore acqueo, come fa una sponga rispetto all'acqua stessa quando questa infiltrasi attraverso i numerosi pori di quella. Pari alla sponga, l'aria può ritenere una certa quantità di vapore, e assorbirne tanto da non poterne più assorbire d'avvantaggio. Dicesi allora che l'aria è *satura*, vale a dire piena zeppa di vapore.

L'evaporazione alla superficie dell'acqua si effettua, per conseguenza, più o meno liberamente ed abbondantemente, secondo che l'aria è più o meno al di sotto del punto di saturazione; e quando l'aria è arrivata a questo punto, ogni evaporazione cessa.

XII.

Il processo al quale si ha ricorso per far asciugare gli oggetti umidi o bagnati è un esempio degli effetti dell'evaporazione. L'umidità della superficie o del tessuto stesso dell'oggetto è evaporata per l'esposizione all'aria, e l'oggetto liberasi così da essa umidità e diviene asciutto. Questa evaporazione si effettua tanto più rapidamente quanto più l'aria è al di sotto del punto di saturazione, e tanto meno presto quanto più essa è vicina a questo punto.

XIII.

Non vi ha alcuno che non abbia osservato in certi giorni asciugarsi le strade in poche ore, mentre in altri rimangono bagnate e non si

asciugano menomamente. Sono queste semplici conseguenze dello stato dell'aria rispetto al vapore di cui essa si carica. Nel primo caso l'aria è carica di vapore solo incompletamente e, per conseguenza, si impradronisce presto dell'evaporazione delle strade e delle vie, che in allora si asciugano; nel secondo caso ne è *sopracarica*, cioè completamente impregnata, satura; essa non può più ricevere vapore; non è più possibile quindi alcuna evaporazione, e le strade restano bagnate, quantunque non piova.

XIV.

Le lavandaje che espongono la biancheria all'aria per farla asciugare, sanno benissimo che il prosciugamento si opera più o meno facilmente secondo i giorni. In alcuni di essi non è possibile di far asciugare le biancherie, perchè l'aria è satura di vapore. In altri, esse si asciugano con una facilità, ed una rapidità singolare. Egli è che in questo caso l'aria è poco carica di vapore e si trova di molto al di sotto del punto di saturazione. Fra questi due estremi poi esiste un gran numero di gradazioni secondo le quali varia la facilità del prosciugamento.

XV.

Il vento favorisce l'evaporazione, e per conseguenza concorre potentemente al disseccamento. Egli è facile rendersi conto del fenomeno. Lo strato d'aria vicino all'acqua caricasi di vapore, raggiunge il suo punto di saturazione, e il vento lo trasporta via; un novello strato d'aria succede al primo e viene a contatto della superficie bagnata, si carica di vapore, e viene trasportato via anch'esso dal vento cedendo il luogo a un altro strato d'aria secca, e così di seguito. In questo modo, tutti gli oggetti umidi o bagnati esposti al vento o a delle correnti d'aria si disseccano prontamente.

Gli oggetti bagnati si asciugano prontamente anche esponendoli al calore artificiale il quale promuove l'evaporazione dell'umidità che essi contengono.

XVI.

L'acqua assolutamente pura è senza sapore, insipida. Ma allo stato naturale, l'acqua non è mai pura. Quella di sorgente che scaturisce dagli strati inferiori del suolo contiene sempre in soluzione

delle materie saline e terrose, poichè quegli elementi che compongono gli strati da cui l'acqua proviene o per quali passa e che sono solubili nell'acqua, vengono necessariamente da essa disciolti in una proporzione più o meno grande. Le acque di fiume contengono più o meno degli elementi o parti costitutive solubili del suolo per cui passano e su cui scorrono, e di più le parti solubili di diverse materie animali e vegetabili in decomposizione.

XVII.

Allo stato naturale, l'acqua contiene inoltre una maggiore o minore quantità d'aria fissa, che il più delle volte è acido carbonico. Questo gaz, che è quello che fa spumeggiare l'acqua di Seltz, il vino di Sciampagna, la birra in bottiglie, ecc., comunica all'acqua un non so che di piccante assai grato.

XVIII.

L'acqua acquista diversi sapori ed altre qualità, a seconda della natura delle diverse sostanze che essa tiene in soluzione. Quella di fonte, in generale, anche quando trovasi allo stato della maggior purezza, contiene in soluzione delle materie calcaree e silicee. Egli è alla presenza di queste sostanze che essa deve quella qualità chiamata volgarmente *crudezza*. In questo caso discioglie difficilmente il sapone, e non è atta agli usi culinari.

XIX.

L'acqua invece che non possiede questa qualità e che tiene in dissoluzione poca materia terrosa chiamasi *acqua dolce*. L'acqua di pioggia, l'acqua di fiume, sono generalmente dolci, sebbene quest'ultima non sia mai completamente priva di qualche combinazione terrosa.

XX.

Le sorgenti minerali sono degli esempi di acque contenenti in dissoluzione dei sali minerali in quantità tanto considerevoli e di qualità sì particolari da rendere queste acque affatto improprie agli usi ordinarij. Essi però comunicano alle medesime delle peculiari virtù medicinali.

XXI.

L'acqua tiene d'ordinario in sospensione diverse sostanze impure che non vengono dalla medesima disciolte. L'acqua fangosa ne offre un evidente esempio. Ma senza essere precisamente fangosa, l'acqua contiene spesso in sospensione molte impurità che essa non discioglie, e che possono tutte venire eliminate mediante la filtrazione.

XXII.

Nelle ricerche chimiche, in cui le quantità di liquido sulle quali si opera sono d'ordinario piccole, impiegasi una specie di carta chiamata *carta-filtro* o carta a filtrare. È carta bianca senza colla ravvolta in forma di un sacchetto conico, e collocata in un imbuto di vetro che ha la stessa forma. Il liquido da filtrarsi si fa passare lentamente attraverso i pori della carta, la quale trattiene le materie straniere che trovansi sospese nel medesimo.

XXIII.

I filtri impiegati nelle arti e nell'economia domestica per la purificazione dell'acqua vennero assai di spesso variati. Dapprima era in grandissimo uso una pietra granulosa, porosa, originaria di Teneriffa, come pure una terra da stoviglie porosa non verniciata. Più di recente questi filtri vennero completamente sostituiti da una moltitudine d'apparecchi filtratorj, i quali, per la maggior parte, compongonsi di strati di arena, di sabbia e di carbone polverizzato. L'acqua impura, compressa dal suo proprio peso, traversa questi strati che trattengono le impurità solide che essa conteneva e di cui la spogliano completamente. (*)

XXIV.

Abbiam detto che l'acqua è incolore, trasparente, e ogni qual volta trattasi di una quantità di liquido poco considerevole, ciò è vero. Ma strettamente parlando, l'acqua non è assolutamente trasparente, nè assolutamente priva di colore. Gettando lo sguardo sul mare, là dove l'acqua raggiunge una profondità un po' considerevole, trovasi che il suo colore è di un azzurro particolare; ma prendendo un bicchiere di questa stessa acqua che sembrava azzurra, trovasi che essa è

(*) Vedi nota in fine.

limpida ed incolore. Ecco la soluzione dell'emigma: la quantità d'acqua contenuta nel bicchiere riflette o rimanda all'occhio una quantità di colore azzurro troppo debole perchè lo si scorga; e per contrario, la grande massa d'acqua del mare emette questo colore così abbondantemente da determinare una percezione netta, decisa, completa del medesimo.

Ciò vale eziandio per tutti i liquidi colorati trasparenti. Il vino di Xérès in una caraffa è di un color d'oro spiegato. Osservato invece attraverso di un angusto bicchiere da Sciampagna, esso sembra più pallido e sempre più di mano in mano che lo si osserva verso il fondo che è la parte più stretta, finchè da ultimo sembra affatto incolore.

Il colore dell'acqua proviene probabilmente in parte dalle sostanze che essa tiene in dissoluzione. L'acqua dolce di un lago ha un color diverso da quella salata del mare. Ma in qual modo il colore dell'acqua può risultare dalle differenti sostanze che essa tiene in soluzione? Egli è difficile il dirlo, perchè non si può ottenere, allo stato di perfetta purezza, una quantità d'acqua sufficiente per poterne determinare il color proprio.

XXV.

Da quanto si è detto scorgesi che la filtrazione non fa altro effetto che di liberare dall'acqua le materie solide impure che vi possono essere meccanicamente unite o sospese; e se, allo stato naturale, qualunque acqua contiene inoltre in dissoluzione una maggiore o minor quantità di materie straniere, si può dimandare in qual modo adunque si ottenga l'acqua perfettamente pura.

Devesi anzitutto osservare che, per tutti gli usi ordinarii, l'acqua chimicamente pura è affatto impropria, non è grata al palato e non è salubre.

XXVI.

Di tutte le specie di acqua allo stato naturale, l'acqua di pioggia è la più pura. Ma siccome di solito non si raccoglie che quella caduta sui tetti delle case e che ha attraversati i canali e i condotti che la guidano ai serbatoj dai quali si attinge, essa contiene perciò una certa quantità di materie straniere che incontrò nel suo passaggio. Per ottenere l'acqua di pioggia perfettamente pura, bisogna, per conseguenza, riceverla direttamente, a misura che cade, in recipienti ben netti. Ma anche in questo caso l'acqua è più o meno impregnata

d'aria e specialmente d'acido carbonico che ella sottrasse all'atmosfera. Contiene inoltre, ma in debole proporzione, dei sali ammoniacali, e se è caduta nelle vicinanze del mare, contiene in generale del sal comune. La pioggia poi che cade durante un temporale manifesta spesso delle tracce di acido nitrico, la cui formazione è dovuta probabilmente all'elettricità atmosferica.

XXVII.

Dopo l'acqua piovana, l'acqua più pura è quella di fiume. L'acqua del Tamigi, dove non è lordata dallo scolo delle acque della metropoli, non contiene in dissoluzione più di due *grani* (0^{re}, 128) di materie straniere per ogni *pint* (0, 567). Queste materie consistono principalmente in solfato e in carbonato di calce, in sal comune, in cloruro di magnesio, e in materie animali. Un *gallon* (4^l, 543) di acqua del Tamigi, convenientemente filtrata, non contiene più di 24 meno di 16 grani (1^{re}, 035), di materie saline o terrose.

Quando l'acqua inquinata da materie animali o vegetabili vien conservata per qualche tempo, ella si purifica spontaneamente, perde il suo odore e il suo colore disagiabile e fa deposito. È noto che l'acqua di cui provedonsi i bastimenti subisce questo processo di purificazione per fermentazione, e quanto più grande è la quantità di materia fermentativa che essa contiene, tanto più completa e più rapida si opera la sua purificazione. Questo è il motivo per cui, nei vascelli, si preferisce l'acqua del Tamigi; quella più pura di altri fiumi fermenta meno rapidamente e rimane per molto maggior tempo più o meno cattiva e putrida.

Per l'approvvigionamento di Londra, però, dove non si ha l'agio e il bisogno di aspettare che si operi questa purificazione spontanea, egli è evidente che l'acqua deve essere presa nella parte del Tamigi al di sopra di Richmond, perchè in questo luogo il Tamigi è sottratto all'influenza della marea, e non è lordato dal contenuto delle fogne, dai rifiuti delle manifatture o dal fango sollevato dai battelli a vapore.

XXVIII.

Gli antichi supponevano che l'acqua fosse uno degli elementi od una delle sostanze semplici di cui son composte tutte le altre. Ma verso la fine dell'ultimo secolo, si constatò che essa è un composto di due sostanze differentissime fra di loro e dall'acqua stessa, per la

loro forma e proprietà. — L'acqua è un liquido pesante: i suoi costituenti sono dei gas leggeri: l'uno di essi è anzi la sostanza materiale più leggera che si conosca. L'acqua è l'antagonista del fuoco: l'uno de' suoi costituenti (il più leggero) è la più combustibile di tutte le materie, e l'altro è un gas la cui presenza è tanto necessaria per la produzione del fuoco che si può ritenere indispensabile al medesimo. Per dimostrare la composizione dell'acqua, bisogna avere questo liquido assolutamente puro, e si è già veduto che non lo si trova mai tale allo stato di natura.

XXIX.

Ogni aria fissa di cui l'acqua fosse carica può essere dispersa facendo bollire l'acqua, ma per farle abbandonare le materie che essa tiene disciolte, bisogna sottoporla al processo della distillazione.

XXX.

Il principio su cui riposa la distillazione si spiega senza difficoltà. Se portasi all'ebollizione l'acqua contenente in dissoluzione una sostanza terrosa o salina qualunque, quest'acqua si convertirà in vapore ma non avverrà lo stesso della sostanza in dissoluzione. A misura che l'acqua evapora, la soluzione diverrà più densa, più concentrata, essendochè la stessa quantità di materia salina o terrosa rimane disciolta in una minima quantità di acqua, e continuando l'evaporazione l'acqua continua a diminuire finchè da ultimo scompare affatto e le materie saline o terrose che essa teneva in dissoluzione restano nel vaso in cui si effettuò l'evaporazione. Questa è un'esperienza che ognuno può ripetere, mettendo a bollire dell'acqua salata; l'acqua svaporerà e rimarrà nel recipiente il sale.

XXXI.

Ma quando si vuole, come nella distillazione, ottenere non le materie che l'acqua tiene in dissoluzione, ma la stessa acqua pura liberata da queste materie, bisogna impedire che il vapore si disperda e far sì che si riconverta in acqua. A misura dunque che l'acqua è convertita in vapore per opera del calore, convertesi d'altra parte il vapore in acqua per opera del freddo. Se, in seguito, si abbia un apparecchio fatto in modo che a misura che il vapore s'innalza dall'acqua bollente, venga ricevuto in un vaso chiuso, dove si trovi a contatto con una superficie fredda, esso riprenderà la forma liquida primitiva, e, raccolto, sarà acqua purissima.

XXXII.

Il vapore acqueo a volumi eguali è parecchie centinaia di volte più leggero dell'acqua stessa. Esperienze abilmente condotte hanno permesso di calcolare che un *gallon* d'acqua evaporata alla temperatura di 212 gradi produce appresso a poco 1800 *gallons* di vapore. Ne conseguita che quando il vapore è riconvertito in acqua per l'azione del freddo, un grandissimo volume di questo vapore produce un piccolissimo volume di acqua. Così per produrre un *gallon* d'acqua pura son necessari 1800 *gallons* incirca di vapore.

XXXIII.

Egli è per questo che si chiamò *condensazione* la conversione del vapore in acqua, e *condensatore* l'apparecchio nel quale questa conversione si effettua. Il vapore è condensato, perchè è ridotto a un volume 1800 volte più piccolo, e reso, per conseguenza, 1800 volte più denso e più pesante.

Il processo mediante il quale si converte dapprima l'acqua in vapore, e in seguito il vapore in acqua, si chiama *distillazione* dal latino *distillatio* che significa *gocciolamento*. La conversione del vapore in liquido, nel condensatore, si effettua d'ordinario così lentamente che il liquido esce dal tubo del condensatore, non a getto continuo, ma a gocce successive.

XXXIV.

Nelle arti industriali, nei laboratorj di chimica, in cui si ha bisogno di quantità considerevoli di acqua assolutamente pura, se ne effettua la distillazione mediante un apparecchio quale è rappresentato dalla figura 1.

Questo apparecchio distillatorio od alambicco componesi di una caldaja di rame A, posta sopra un fornello di mattoni, ed avente un coperchio in forma di cupola B, che si adatta alla medesima. Da questo coperchio parte un tubo ricurvo *bcd*, che va a mettere in un tubo speciale chiamato *serpentino*. Questo serpentino è rinchiuso in un grande recipiente o serbatoio cilindrico *pqyr*, di metallo, e costantemente ripieno d'acqua fredda. La parte inferiore del serpentino esce dal serbatoio presso al suo fondo, e finisce in *a*, sopra alla bocca di una giara *c*, destinata a ricevere l'acqua distillata. Nella caldaja havvi un'apertura *t*, che è munita di un tampone impermeabile al vapore, e serve all'introduzione dell'acqua da distillarsi.

Il vapore uscendo dalla caldaja pel tubo *bcd*, recasi nel serpentino passando dapprima pel vaso O, nel quale incomincia la condensazione. — Traversando in seguito i giri del serpentino, esso trovasi a contatto della superficie fredda, è completamente condensato e ridotto allo stato liquido prima di pervenire alla parte inferiore *a* d'onde cade a gocce a gocce nella giara *c*.

Il calore che sviluppassi dal vapore durante la condensazione riscaldando incessantemente l'acqua del serbatoio *pqyr*, questa, se non si avesse la cura di levarla e rimpiazzarla con dell'acqua fredda non manterrebbe a lungo il serpentino abbastanza freddo per condensare il vapore. Pel tubo TT dunque si introduce dell'acqua fredda, intanto che pel tubo scaricatore *o* vien data uscita all'acqua calda.

L'acqua calda essendo, a volume eguale, più leggera dell'acqua fredda, rimarrà alla superficie di questa senza mescolarsi a meno che non si agiti il liquido. Se si introduce dunque l'acqua fredda per la parte inferiore T del serbatoio, essa formerà gli strati inferiori, mentre l'acqua calda formerà gli strati superiori; quest'ultima, spinta in alto dall'acqua fredda, uscirà dal serbatoio al punto L. Il condotto o tubo d'approvvigionamento *p*, che alimenta il condotto TT, e il tubo scaricatore *o*, possono essere e sono, in generale, regolati in modo che l'acqua uscita da *o* è assai poco al disotto della temperatura del vapore che viene dalla caldaja, mentre l'acqua degli strati inferiori è fredda come l'atmosfera ambiente. Ne segue da ciò che il vapore che entra in *d* non subisce dapprima che una condensazione parziale, ma questa si fa sempre più energica a misura che il vapore si impegna nel serpentino e viene a contatto di una superficie sempre più fredda, sino a che arrivato all'ultimo giro (l'inferiore) esso trovasi intieramente condensato.

L'acqua calda, che esce pel tubo scaricatore *o*, si può farla servire ad alimentare la caldaja A; e siccome ella possiede già un'alta temperatura, risparmiassi così buona parte di combustibile.

Quando si vuol ottenere dell'acqua distillata perfettamente pura, la si fa evaporare ad una temperatura inferiore a 212 gradi, perchè alla temperatura di 212° una piccola quantità di materie straniere passa qualche volta allo stato di vapore nel serpentino e da questo nella giara *c*. Quanto più bassa sarà la temperatura alla quale si fa evaporare l'acqua della caldaja tanto più puro sarà il vapore acqueo che arriva al serpentino.

Egli è per tal modo, che con delle precauzioni particolari, si può ottenere dell'acqua perfettamente pura e completamente libera da materie straniere.

XXXV.

Resta ora ad osservare come dimostrisi la natura composta dell'acqua, e come siano stati determinati i caratteri e le proporzioni delle sue parti costituenti.

A ciò si pervenne coi due metodi della *composizione* e della *decomposizione*, o, con vocaboli derivati dal greco, della *sintesi* e dell'*analisi*.

Il metodo sintetico suppone di già la conoscenza dei costituenti, e consiste nel dimostrare che, unendo o combinando questi costituenti, si può produrre dell'acqua.

Il metodo analitico suppone di già la scoperta di qualche agente fisico capace di vincere l'attrazione reciproca che tiene uniti l'uno all'altro i costituenti dell'acqua e capace di separarli ed isolarli in modo da permettere la determinazione dei loro caratteri, delle loro proprietà.

Essendo la quistione di un'importanza e di un interesse grandissimi, e i due metodi dell'analisi e della sintesi per sè stessi assai istruttivi e facilmente intelligibili, noi consacreremo loro alcune linee.

XXXVI.

Esistono due arie o gas ben conosciuti dai chimici. Si chiamano *ossigeno* ed *idrogeno*.

Trattando dell'*aria*, si è data un'idea generale dell'ossigeno e delle sue proprietà dominanti.

L'idrogeno, come la più parte dei gas, è un'aria incolore, invisibile, che, allo stato di completa purezza, non ha sapore, nè odore. Ma quale si ottiene ordinariamente, esso è mescolato a debolissime proporzioni di materie straniere che gli comunicano quell'odore particolare e disagiata che ognuno il quale sia passato vicino a qualcuno di quei tubi, accidentalmente rotti, che servono per l'illuminazione a gas, ben conosce.

XXXVII.

L'idrogeno è la più leggera delle sostanze materiali. A volumi eguali esso è più di 14 volte più leggero dell'aria atmosferica.

XXXVIII.

Perciò esso è eminentemente adatto al gonfiamento dei palloni areostatici. 2000 *cubic feet* (56 metri cubici 428) di questo gas non

pesano che 11 *libbre avoirdupois* ($4^{\text{th}},987,51$) all'incirca, mentre che lo stesso volume d'aria atmosferica pesa appresso a poco 160 *libbre avoirdupois* ($72^{\text{th}},545,60$). Per conseguenza un pallone che contenesse 2000 *cubic feet* d'idrogeno avrebbe una leggerezza o una tendenza a salire di 149 *libbre avoirdupois* ($67^{\text{th}},558,09$), e se la rete, i cordami e la navicella colla sua zavorra hanno meno di questo peso, il pallone avrà una forza di ascensione uguale alla differenza.

XXXIX.

L'idrogeno è uno dei corpi più infiammabili della natura. Esso abbrucia con fiamma assai pallida, azzurrastra, dando poca luce, ma un calore intenso.

XL.

Se si introduce in un vaso di vetro sufficientemente robusto un miscuglio di gas ossigeno ed idrogeno, e ve lo si mantiene chiudendo la chiavetta del tubo per la quale venne introdotto, basterà in appresso fare attraversare il miscuglio da una scintilla elettrica per determinare l'infiammazione dell'idrogeno e un'esplosione. Allora il vaso apparirà ripieno di vapore, e acquisterà una temperatura manifestamente più elevata; indi in breve si raffredderà, e la superficie intorno al vetro si coprirà di umidità, cui vedrassi cadere a gocce lungo le pareti. Una certa quantità di gas resterà nel vaso, e sottomettendo questo gas alle prove ordinarie, si vedrà che esso non è più un miscuglio di idrogeno ed ossigeno, ma l'uno o l'altro di questi gas allo stato di purezza, ed affatto isolato. Il rimanere poi dell'ossigeno piuttosto che dell'idrogeno e viceversa, dipenderà dalle proporzioni secondo le quali questi gas si trovavano uniti nel vaso avanti l'esplosione.

XLI.

Si conosce un certo numero di apparecchi proprj a questa esperienza. L'uno di essi è rappresentato dalla fig. 2.

Il vaso cilindrico DE, più largo alla sommità che alla base è ripieno di mercurio. Un tubo graduato BC, di vetro grosso e robusto avente un diametro di 1 inch ($0^{\text{m}},2539$), chiuso all'una delle sue estremità (B), e aperto all'altra (C), è parimenti riempito di mercurio, e

immerso per la sua estremità aperta cui tienesi chiusa momentaneamente col dito, nel mercurio del vaso cilindrico DE. Il mercurio non cadrà e non escirà dal tubo BC, perchè il suo peso sarà equilibrato dalla pressione atmosferica che agisce sulla superficie esteriore del

mercurio del vaso cilindrico DE. Ora si possono introdurre nel tubo BC per la sua estremità aperta, i gas ossigeno ed idrogeno. Essi si innalzeranno in bolle attraverso del mercurio, e sposteranno una parte di questo liquido alla sommità del tubo BC. Come è facile a comprendere si potrà introdurre nel tubo BC una proporzione qualunque dei gas; solo la capacità del tubo limiterà questa proporzione.

Verso la sommità del tubo BC trovansi due piccoli fori, opposti l'uno all'altro e attraversati ciascuno da un filo di platino terminato internamente ed esternamente da un bottone. I bottoni interni si trovano l'uno a rimpetto dell'altro senza però essere a contatto. Se si presenta al bottone B il bottone

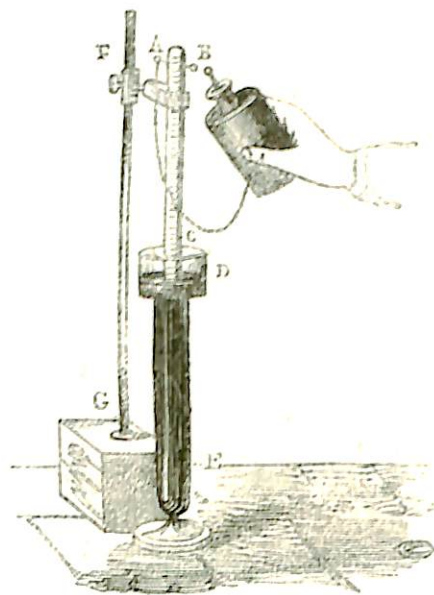


Fig. 2.

di una bottiglia di Leyda carica, dopo aver messo in comunicazione mediante una catenella metallica il bottone A coll'armatura esterna della bottiglia, la scarica elettrica passerà fra i due bottoni interni e infiammerà l'idrogeno del tubo BC.

Nelle esperienze di questo genere, egli è meglio esprimere le quantità dei gas colle loro misure quali sono indicate dal tubo BC. Tuttavia si comprenderà più facilmente la spiegazione esprimendo queste quantità pei loro pesi.

Supponiamo dunque dapprima che trovinsi nel tubo BC 1 grano di idrogeno e 12 grani di ossigeno. Quando la scarica elettrica sarà stata trasmessa, e l'idrogeno infiammato, e che il tubo BC si sarà raffreddato, si troverà in questo tubo, come si è di già veduto, dell'acqua e del gas. Pesando l'acqua esattamente, si vedrà che il suo peso importa 9 grani, e quello del gas 4. Se si esaminano questi 4 grani di gas, si troverà essere i medesimi costituiti da puro ossigeno. Questo residuo gasoso non sarà perciò infiammabile, ma immergendo in esso un corpo in ignizione la combustione diverrà più viva, più brillante. In un parola esso avrà tutte le proprietà dell'ossigeno puro, proprietà che furono spiegate nel trattato dell'aria.

Si scorge da ciò che, dal miscuglio di un grano d'idrogeno e di 12 grani d'ossigeno che si trovava nel tubo BC avanti l'esplosione, tutto il grano di idrogeno è entrato in combinazione con 8 dei 12 grani di ossigeno per produrre 9 grani di acqua, e che gli altri quattro grani di ossigeno sono restati intatti nel tubo BC.

Dunque i gas idrogeno ed ossigeno, combinati nella proporzione di un grano del primo con 8 del secondo, producono dell'acqua.

Introdotti invece nel tubo 2 grani di idrogeno ed 8 di ossigeno, l'esplosione produrrà ancora 9 grani d'acqua, ma allora il residuo gasoso sarà 1 grano di idrogeno. L'uno dei due grani di idrogeno si sarà combinato cogli 8 grani di ossigeno, producendo 9 grani di acqua, rimanendo libero l'altro.

Se si fossero introdotti nel tubo BC 1 grano di idrogeno ed 8 di ossigeno, l'esplosione avrebbe convertita la totalità dei gas in 9 grani di acqua, e nessun residuo gasoso sarebbe rimasto nel tubo.

Da ciò che precede, noi siamo invincibilmente condotti a conchiudere che l'acqua è un liquido composto, i di cui costituenti sono due gas, — l'ossigeno e l'idrogeno, — combinati nella proporzione di 8 parti (in peso) del primo su 1 del secondo.

XLII.

Così dunque la nona parte dell'acqua, — di questo naturale nemico del fuoco, — è il più infiammabile dei corpi, e le altre otto nonne parti di questo liquido sono costituite da un corpo senza la presenza del quale non è possibile il fuoco.

Ora che sappiamo la maniera colla quale si produce l'acqua, combinando cioè i suoi due costituenti in proporzione determinata, è necessario a sapersi anche in qual modo l'acqua stessa può essere ridotta ne' suoi gas costituenti.

XLIII.

Si può scegliere fra parecchi metodi; ma il più diretto, che è anche il più semplice, consiste nel sottomettere l'acqua all'azione di una corrente voltaica di forza sufficiente. I poli di una batteria voltaica hanno delle attrazioni specifiche, particolari, per differenti corpi;

il polo positivo per gli uni, il polo negativo per gli altri. Quello fra i corpi della natura sul quale il polo positivo esercita l'attrazione la più energica è l'ossigeno; l'idrogeno, al contrario, subisce un'attrazione potente da parte del polo negativo. Se dunque si fanno agire sull'acqua i due poli di una pila, quest'acqua, come è facile a prevedersi, si decomporrà: l'idrogeno si porterà al polo negativo, e l'ossigeno al polo positivo.

XLIV.

Per l'esecuzione di questa esperienza sono stati inventati diversi apparecchi. Il più semplice è quello rappresentato dalla fig. 3 che consiste in un bicchiere o calice di vetro nel cui fondo trovansi due piccoli forellini pei quali si fanno passare le estremità dei due fili

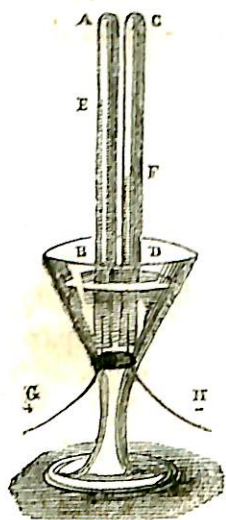


Fig. 3.

G ed H che si prolungano nel bicchiere, ai lati l'uno dell'altro, sino all'altezza di due a quattro centimetri. In corrispondenza dei fori, i fili sono cementati con mastice. Si mettono questi fili in comunicazione, l'uno col polo positivo (*) e l'altro col polo negativo di una batteria voltaica, si versa quindi nel bicchiere dell'acqua leggermente acidulata perchè abbia una forza di conduttività elettrica più grande, e riempiti d'acqua parimenti acidulata due tubi di vetro graduati AB e CD, aventi ognuno 12 millimetri circa di diametro interno, si immergono, per la loro estremità aperta, chiusa momentaneamente col dito, nel bicchiere, e si collocano l'uno sopra un filo, l'altro sull'altro. La pressione atmosferica facendo contrappeso all'acqua dei tubi, impedirà che questa cada ed esca dai medesimi.

La corrente elettrica passerà immediatamente, traversando l'acqua, dall'estremità d'un filo all'estremità dell'altro; in forza dell'attrazione da essa esercitata, l'acqua sarà decomposta, vale a dire che l'elemento o costituente ossigeno si porterà all'estremità del filo positivo, e l'elemento idrogeno a quella del filo negativo. Questi due

(*) Per indicare i poli positivo e negativo servesi spesso delle abbreviazioni: + polo (polo positivo), e — polo (polo negativo).

gas si svolgeranno quindi alle due estremità dei fili come se uscissero dai medesimi. Si vedranno innalzarsi rapidamente in piccole bolle in ciascuno dei tubi, accumularsi alla parte superiore, spostando l'acqua e spingendola in basso. Ben presto il tubo che contiene il filo negativo sarà ripieno di gas, e l'acqua che esso conteneva sarà completamente cacciata dalla sua estremità superiore sino a livello dell'acqua del bicchiere. Nello stesso tempo, il tubo che rinchiude il polo positivo si sarà riempito solo per metà di gas.

Appare dunque chiaramente poichè i tubi hanno la stessa capacità, che i volumi dei due gas prodotti sono nella proporzione di 2 ad 1, il volume di idrogeno uguagliando due volte quello dell'ossigeno.

Si vedrà più avanti che, durante il corso dell'esperienza, si mantiene sempre la stessa proporzione tra i volumi dei gas sviluppati. In ogni momento dell'operazione, il volume di idrogeno C F, trovandosi sempre esattamente il doppio del volume di ossigeno A E.

Ma il confronto dei pesi di volumi eguali di questi due gas prova che l'ossigeno è sedici volte più pesante dell'idrogeno; per cui il peso del doppio volume d'idrogeno svolto nell'esperienza in discorso sarà esattamente l'ottavo di quello del volume unico di ossigeno svolto simultaneamente.

XLV.

Vedesi dunque che l'acqua è decomposta dalla corrente voltaica, e che i suoi costituenti sono i gas ossigeno ed idrogeno, nella proporzione di 8 parti (in peso) d'ossigeno e di 1 parte di idrogeno.

XLVI.

Certi metalli che si ottengono nei laboratorj, ma che sono sconosciuti nell'industria, — il potassio ed il sodio fra gli altri, — hanno per l'ossigeno un'attrazione così energica che non si possono esporre all'aria senza che entrino spontaneamente in combinazione coll'ossigeno di essa. Se si immerge nell'acqua uno di questi metalli, esso esercita sull'ossigeno di quest'acqua una attrazione tale che lo separa dal suo idrogeno. In forza di questa attrazione, l'ossigeno abbandona l'idrogeno e combinandosi col potassio od il sodio, forma della po-

tassa o della soda; l'idrogeno sviluppandosi allo stato gasoso, può essere raccolto in un recipiente di vetro, al modo ordinario. Se si pesa la potassa o la soda così prodotta, si troverà che essa è più pesante che il potassio od il sodio; ciò è dovuto al peso dell'ossigeno entrato in combinazione, e questo eccesso di peso sarà esattamente otto volte il peso dell'idrogeno sviluppato. Da ciò traesi, di nuovo, la conseguenza che l'acqua si compone di 8 parti (in peso) di ossigeno e di una parte di idrogeno.

XLVII.

Nessuno dei metalli impiegati nell'industria esercita sull'ossigeno un'attrazione così energica da produrre spontaneamente, come il potassio ed il sodio, la decomposizione dell'acqua. Tuttavia l'attrazione di alcuni, — del ferro, per esempio, — può, mediante il riscaldamento, essere accresciuta al punto da determinare un risultato simile.

La figura 4 offre il modello d'un apparecchio destinato a decomporre l'acqua, mediante il ferro rovente.

Un tubo di porcellana *ab* ripieno nella sua parte mediana di limatura di ferro, è disposto attraverso di un fornello; questo fornello

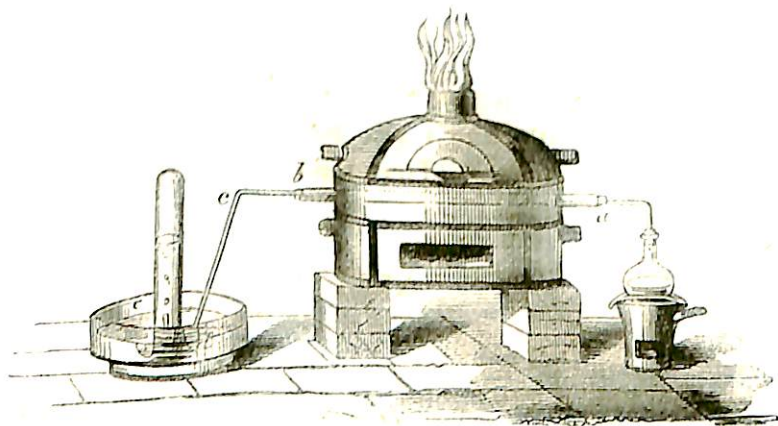


Fig. 4.

riscalda il tubo per modo che il ferro che esso contiene possa riscaldarsi al calor rosso. Un'estremità (*a*) del tubo comunica, per un altro tubo rettangolare, con un vaso di vetro contenente dell'acqua, e collocato sopra un fuoco di carbone o sopra la fiamma di una

lampada a spirito di vino; l'altra estremità (*b*) comunica, per un tubo ricurvo *bcd*, con un tubo di vetro ripieno d'acqua, e immerso in un vaso contenente esso pure dell'acqua. L'acqua è mantenuta sospesa nel tubo, come nelle esperienze precedenti, dalla pressione atmosferica. Uscendo del gas dalla estremità *d* del tubo *bcd* il quale si ricurva sotto il largo tubo contenente l'acqua, questo gas si innalzerà in bolle e sposterà l'acqua dalla sommità del tubo.

Prese queste disposizioni e riscaldato al calor rosso il ferro contenuto nel tubo *ab*, si fa bollire l'acqua del vaso di vetro. Il vapore che sviluppasi dalla medesima entra nel tubo *ab*, e passa attraverso gli interstizj delle particelle di ferro arrossato. Quivi il vapore si decompone, perchè il ferro attrae e si combina coll'ossigeno di esso formando una sostanza che ha ricevuto il nome di *ossido di ferro*, o, come lo si chiama familiarmente, *ruggine*. L'idrogeno solo passa oltre pel tubo, e, traversando il tubo *bcd*, si innalza nel tubo grande spostando l'acqua, come vedesi nella figura.

Quando si è raccolta una quantità sufficiente di gas, si determina il suo peso, come pure l'aumento di peso acquistato dal ferro del tubo *ab*, aumento che questo ferro deve all'ossigeno che si è combinato con esso. Ciò facendo si trova che l'ultimo è sempre esattamente eguale ad otto volte il primo; per cui riconfermasi essere l'acqua composta di otto parti (in peso) di ossigeno e di una di idrogeno.

Dott. G. GORINI.

NOTE.

I. Il Sig. Delesse ha letto nel 1856, all'Accademia delle scienze di Parigi, un lavoro rimarchevolissimo sulle acque sotterranee di questa città. Ne risulta che queste acque, che mettono nella Senna e ne' pozzi e da dove la più parte dei prestinaj attingono l'acqua necessaria alla fabbricazione del pane, passano, almeno alcune, per certi cimiteri di Parigi, impregnandosi di materie animali in decomposizione. (V. *Comptes rendus de l'Academie des sciences*, anno 1856).

II. Da qualche anno si rivolge, in modo particolare, l'attenzione ai paesi sprovvisti d'acqua, e si proposero parecchi mezzi per riparare a questo inconveniente. « Sceglierete, dice il Sig. Babinet, un terreno di due ettari o di un ettaro e mezzo, il cui suolo sia sabbionoso come il bosco di Boulogne e gli altri boschi che circondano Parigi, e che offra di più un leggero declivio da una parte qualsiasi per fornire, in seguito, uno scolo alle acque: praticate in tutta la sua lun-

ghezza nella direzione della pendenza un fosso di 4^m,50 o due metri di profondità su due metri incirca di larghezza; spianate il fondo di questo fosso o canale e rendetelo impermeabile con un lastrico, una selciatura alla Mac-Adam, un fondo di bitume, o, ciò che è più semplice e meno costoso, con uno strato di terra creta, sostanza comune nei dintorni di Parigi; a lato di questo canale praticatene un altro simile gettando la terra nel primo, e così di seguito finchè abbiate, per così dire, reso tutto il sottosuolo del vostro terreno impermeabile all'acqua piovana; piantate su tutto questo terreno degli alberi fruttiferi, e soprattutto degli alberi a basso fusto, che ombreggino questo terreno e arrestino le correnti d'aria che potrebbero promuovere l'asciugamento; innalzate da ultimo nella parte più bassa del terreno una specie di muro o controforte di pietra, con uno sfogo nel mezzo, e voi avrete infallibilmente una buona e bella sorgente che somministrerà acqua senza intermittenza e basterà ai bisogni di un intero paese o di un vasto villaggio. Io non ho sotto gli occhi l'ammontare della spesa preventiva calcolata dietro il prezzo della mano d'opera e di trasporto per Parigi e i dipartimenti, ma mi ricordo benissimo che questa spesa era accessibile ad ogni agiato possidente e a tutte le Comuni prive di acqua. La speculazione avrebbe, in questo, trovato benissimo il suo conto facendo contemporaneamente il pubblico bene. (Babinet, *Etudes et lectures sur les sciences d'observation etc.* t. II p. 225 e seg.)

Anche nel libro del Sig. Paramelle, *l'Arte di scoprire le sorgenti*, si potranno trovare dei dati preziosi sull'argomento. L'autore non indica, come il Sig. Babinet, il mezzo di creare delle sorgenti; ma insegna quello di trovarle dappertutto dove esistono, per quanto siano nascoste, e un pieno successo ha quasi sempre seguito gli sforzi di quest'uomo tutto dedito al ben pubblico.

III. *Composizione dell'acqua. Parte storica.* — La scoperta della composizione dell'acqua deve esser essa all'Inglese Cavendish o al Francese Lavoisier? Secondo Arago, questa scoperta « la più grande, la più feconda della chimica moderna » non appartiene, in realtà, nè all'uno nè all'altro. Essa appartiene a Giacomo Watt.

Nel 1776 venne in pensiero ad un chimico, Macquer, di collocare « una sottocoppa di porcellana bianca sulla fiamma di gas idrogeno che abbruciava tranquillamente all'estremità del collo di una bottiglia; » egli osserva che questa fiamma non è accompagnata da fumo propriamente detto, che non deposita fuliggine, ma che il luogo della sottocoppa lambito dalla fiamma si copre di gocciollette abbastanza visibili di un liquido simile all'acqua il quale, dietro esame, rilevasi essere acqua pura. Macquer però, dice Arago, non si arresta su questo fatto, egli non si meraviglia di ciò che esso ha di meraviglioso, lo cita semplicemente, senza alcun commento; egli non si accorge di essere prossimo a una grande scoperta. Il genio, nelle scienze di osservazione, ridurrebbe forse alla facoltà di dire a proposito: *Perchè?*

Al principiar del 1781, il fisico Warltire si imagina che una scintilla elettrica non può attraversare certi miscugli gassosi senza determinarvi un qualche cambiamento. Un'idea tanto nuova, non giustificata allora da alcuna analogia, e di cui si fecero in appresso tante felici applicazioni, avrebbe, sembra, meritato al suo autore che gli storici della scienza gliene facessero onore... Cavendish ripeté bentosto l'esperienza di Warltire. Come lui, ottenne dell'acqua mediante la detonazione di un miscuglio di ossigeno e di idrogeno.

Il 21 aprile 1785, Priestley, in una memoria che egli legge alla Società reale di Londra, aggiunge una circostanza capitale a quelle che risultavano dalle esperienze de' suoi predecessori; egli prova che il peso dell'acqua che si depone sulle

pareti del vaso, al momento della detonazione dell'ossigeno e dell'idrogeno, è la somma dei pesi di questi due gas.

Priestley, come si vede, non aveva che un semplice *perchè* a rivolgersi, acciò gli toccasse tutto intero l'onore d'aver scoperta la composizione dell'acqua. Questo *perchè*, che egli non si domandò, se lo domandò Watt. Priestley gli aveva fatto parte del risultato che egli aveva ottenuto; immediatamente Watt gli rispose:

« Quali sono i prodotti delle vostre esperienze? Dell'acqua, della luce, del calore. Non siamo noi dunque autorizzati a concludere che *l'acqua è un composto dei due gas ossigeno ed idrogeno*, privati di una parte del loro calore latente od elementare; che l'ossigeno è acqua privata del suo idrogeno, ma unita a del calore e a della luce latente? ecc. »

La lettera in cui si legge il sucitato passo porta la data del 26 aprile 1785. — La data della lettura pubblica della memoria nella quale Lavoisier rese conto delle sue esperienze e sviluppò le sue idee sulla produzione dell'acqua mediante la combustione dell'ossigeno e dell'idrogeno, è posteriore di due mesi a quella del deposito, agli Archivi della società reale di Londra, della lettera di Giacomo Watt. (V. Arago, *Ann. du Bur. des longitudes pour 1859*, p. 546 a 560, p. 595 a 610).

IV. *Confronto fra i termometri centigrado, di Réaumur e di Fahrenheit.* — Il termometro centigrado è quello di cui servesi il più generalmente in Francia; quello di Réaumur non viene che in seguito. In Inghilterra ed in Germania impiegasi il termometro di Fahrenheit.

Il termometro centigrado ha 100 gradi dal ghiaccio che si fonde (zero) sino all'acqua bollente (100 gradi); il termometro di Réaumur ne ha 80. Il termometro di Fahrenheit marca 32 gradi al ghiaccio che si fonde, e 212 all'acqua bollente, vale a dire che esso ha 180 gradi dal ghiaccio che si fonde sino all'acqua bollente.

Ne segue che 80 gradi di Réaumur valendo 100 gradi centigradi, 1 grado di Réaumur uguaglia $\frac{5}{4}$ o 1^o,25 del termometro centigrado, e che un grado centigrado equivale a $\frac{4}{5}$ di grado di Réaumur.

Abbisognano 2^o,25 Fahrenheit per fare 1 grado di Réaumur, e 1^o,80 Fahrenheit per fare un grado centigrado. Per convertire un dato numero di gradi di Fahrenheit in gradi di Réaumur, si dovrà dapprima sottrarre 32 da questo numero, indi moltiplicare il resto per $\frac{4}{9}$; per convertire lo stesso numero di gradi Fahrenheit in gradi centigradi, si toglierà 32 dal numero totale, poi si moltiplicherà il resto per $\frac{5}{9}$.

Al § XXIII. — Un'acqua potabile di buona qualità deve essere limpida, fresca, senza odore, incolore, non deve essere insipida, salata, stitica; essa è acida, scioglie il sapone senza formare alcun precipitato opaco, e cuoce bene i legumi secchi.

Le acque di fiume sono in ispecial modo soggette a diventar torbide, quando abbondanti acque piovane e piene improvise trascinano, travolgono e tengono in sospensione delle argille o delle terre sabbionose finissime. D'ordinario queste materie limacciose si depositano totalmente, quando le acque son rimaste tranquille per 24 o 56 ore, in serbatoj. In tal caso le acque conservano però quasi sempre un aspetto torbido od opalino, e sono meno grate a vedersi delle acque limpide; non presentano però a quanto sembra alcun inconveniente per la salute.

Tuttavia si preferisce renderle limpide, tanto per non aspettare che il deposito si faccia, quanto per eliminare ogni sorta di corpi stranieri in sospensione. A tale intento nulla di meglio che servirsi della filtrazione praticata mediante pietre porose disposte nelle ordinarie fontane.

Questo metodo è semplice e sufficiente per raggiungere lo scopo: in certe occasioni, si è anche creduto utile di accelerare la filtrazione con una precedente chiarificazione, al quale effetto si aggiungono 250 grammi circa di allume per ogni 4000 litri di acqua torbida. Sotto l'influenza del carbonato di calce, formasi un composto (sotto-solfato di allumina e di potassa), che si precipita, trascinando con sè le particelle argillose e silicee in sospensione. L'acqua decantata è in allora più facile a filtrare: ma contenendo l'acqua, così chiarificata, più solfato e meno carbonato calcareo, pare non sia così salubre, ed è meglio perciò tenersi ai soli filtri di pietra o sabbia, di lana, o di carbone soppesto. Quest'ultimo può togliere all'acqua alcune materie organiche o gazoze di un odore leggermente disagiata; ma questa facoltà della sostanza carbonosa è prontamente esaurita, e allora non agisce più che al modo della sabbia o della pietra.

Le acque delle sorgenti o dei fiumi, conservate in fontane o qualsiasi serbatoio, si alterano spontaneamente per la fermentazione putrida della materia organica che esse contengono. Talvolta sviluppano delle muffe che comunicano alle medesime un odore e un sapore disgustosissimi. Avviene inoltre che il solfato di calce, decomposto durante queste reazioni, dia luogo alla formazione di un solfuro e allo sviluppo dell'acido solfidrico, che esala un odore d'uova fraside.

Queste alterazioni si osservano più frequentemente d'estate che d'inverno. Si evitano rinnovando, in quella stagione, l'acqua a più corti intervalli. I filtri sono essi stessi una causa d'alterazione, sia in conseguenza del soggiorno prolungato e dello stagnamento dell'acqua nei loro interstizj, sia in conseguenza della putrefazione delle spugne che esse contengono, sia in fine per la dissoluzione, durante i calori estivi, delle materie organiche deposte quando la temperatura era più bassa. Questi effetti accidentali che sono sempre più o meno nocivi alla salute si prevengono nettando di spesso le materie che servono di filtro.

(V. A. Payen, *Des substances alimentaires et des moyens de les améliorer, de les conserver, e d'en reconnaître les alterations*, p. 287 e seg.)

IL FUOCO

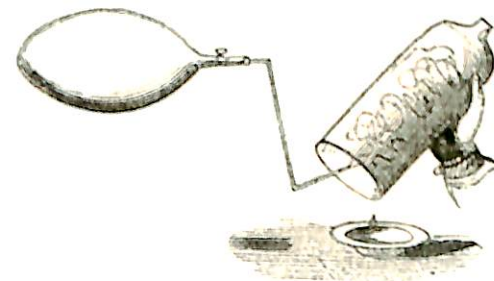


Fig. 2.

I. Il fuoco considerato altre volte come un elemento. — II. Combustione. — III. Combustibile. — IV. Carbonio. — V. Idrogeno. — VI. Fuoco di carbone. — VII. Suo effetto sull'aria. — VIII. Esperienze sulla combustione del carbone. — IX. Combustione dell'idrogeno. — X. Come si mantenga la combustione. — XI. Il carbonio abbrucia senza fiamma. — XII. Cosa è la fiamma? — XIII. La combustione dell'idrogeno produce dell'acqua. — XIV. Tutti i combustibili producono dell'acido carbonico e dell'acqua. — XV. Idrogeno carburato. — XVI. Il carbonio rende bianca la fiamma. — XVII. Gas oleofacente. — XVIII. Idrogeno leggermente carburato. — XIX. Fuoco di gas infiammabile. — XX. Fuochi fatui o folletti. — XXI. Esperienze. — XXII. Idrogeno assai carburato. — XXIII. Carbon fossile. — XXIV. Spiegazione del fuoco di carbone. — XXV. Prodotti della sua combustione. — XXVI. Suoi effetti sull'aria. — XXVII. Legna. — XXVIII. Combustibili impiegati per l'illuminazione. — XXIX. Loro effetto sull'aria. — XXX. Costruzione delle grate e dei cammini. — XXXI. Analisi di un fuoco di carbone ordinario. — XXXII. Esso riscalda, e promuove la ventilazione. — XXXIII. Necessità della ventilazione. — XXXIV. Azione nociva delle piante durante la notte. — XXXV. Effetto degli appartamenti troppo affollati ed illuminati. — XXXVI. Spiegazione della combustione d'una candela. — XXXVII. Di quella delle lampade.

I.

Nella teoria fisica degli antichi, teoria che si mantenne per parecchi secoli, il fuoco era considerato come uno degli elementi, vale a dire come una essenza materiale che, con tre altre, l'aria, l'acqua e la terra, costituiva tutti i corpi.

Egli fu solamente alla fine dell'ultimo secolo, e per opera dei padri della generazione attuale, che il vero carattere del fuoco venne scoperto.

LARDNER. *Il Museo ecc.* III.

II.

Al giorno d'oggi si sa che il fuoco non è nè una sostanza distinta nè un'essenza come lo supponevano gli antichi. Esso è un fenomeno risultante dallo sviluppo abbondante, istantaneo, di luce e calore che producesi allorchando una certa classe di corpi, chiamati *combustibili*, entrano in combinazione chimica coll'ossigeno, il quale, come si è veduto trattando dell'*Aria*, è uno dei costituenti dell'atmosfera. Nella moderna nomenclatura fisica venne adottata la parola *combustione* per esprimere questo fenomeno.

III.

La classe delle sostanze combustibili che vengono d'ordinario impiegate per produrre il calore artificiale chiamasi appunto dei *combustibili*. Tali sono il carbon fossile, il carbone di legna, la legna.

Per la produzione della luce artificiale, ci serviamo d'un'altra classe di combustibili, quali sono: l'olio, la cera, e il gas che estraesì da certe specie di carbon fossile, dall'olio, da certe specie di legne come da quella del pino, ecc.

IV.

I principali costituenti di questi combustibili, a qualunque uso si adoperino, sia a quello di illuminazione o di riscaldamento, sono quelli che i chimici hanno denominato *carbonio* ed *idrogeno*.

Carbonio è il nome che riceve il carbone quando è perfettamente puro; ma esso non è mai puro quando lo si ottiene cogli ordinarii processi industriali; esso allora è combinato con diverse sostanze eterogenee (straniere) ed incombustibili. Nei laboratori chimici lo si separa da queste sostanze, lo si ottiene allo stato perfettamente puro, e per distinguerlo dal carbone del commercio lo si chiama carbonio.

Non essendosi mai potuto trovare nel carbonio altri costituenti, con nessuno degli agenti chimici cui si ebbe ricorso, lo si considera in fisica come un corpo semplice elementare che entra abbondantemente nella composizione d'un gran numero di corpi che si incontrano in natura o sono prodotti dall'industria, dalle scienze e dalle arti.

V.

Si è di già parlato dell'idrogeno nel trattato dell'*Acqua*. Qui si esamineranno più in dettaglio le sue proprietà dominanti. Pari al carbonio lo si colloca fra le sostanze semplici ed elementari; e, come il carbonio, entra esso abbondantemente nella composizione di un gran numero di corpi.

VI.

Se collochisi una certa quantità di carbone in un fornello pel quale passi una corrente d'aria, e che una parte di questo carbone sia riscaldata al calor rosso, la massa intiera non tarderà ad entrare in incandescenza, essa manderà una luce rossastra, che diverrà più bianca a misura che l'aria la attraverserà più vivamente, e spanderà un calore considerevole. Il carbone diminuirà gradatamente e alla fine scomparirà affatto dal fornello, sotto al quale non si troverà che piccola quantità di cenere composta di materie incombustibili. Se il carbone fosse stato puro, vale a dire se fosse stato carbonio, sarebbe scomparso intieramente senza lasciare delle ceneri.

Questo fenomeno è un esempio di ciò che si chiama fuoco. Il calore e la luce che sviluppansi durante il corso dell'operazione succitata sono ciò che ordinariamente chiamasi fuoco.

VII.

Per ben comprendere ciò che ha luogo in questo caso, devesi considerare che di mano in mano che l'aria attraversa il carbone, il gas ossigeno che forma la quinta parte dell'aria (vedi il trattato sull'*Aria*) entra in combinazione col carbonio puro. Formasi così un composto di ossigeno e di carbonio.

La formazione di questo composto è accompagnata da una sì grande produzione di calore che non solo il composto stesso ma il carbone da cui sviluppassi, sono portati a una temperatura elevatissima.

Il composto per tal modo prodotto porta il nome di *acido carbonico*. Se ne parlò nel trattato dell'*Aria*.

Siccome l'aria che passa pel fornello è un miscuglio di azoto e di ossigeno, quello che ne esce dopo eseguita la combustione è un miscuglio di azoto e di *acido carbonico*, avendo l'azoto attraversato il

fornello, senza subirvi altro cambiamento che un'elevazione di temperatura; mentre che l'ossigeno si è convertito in acido carbonico caldissimo.

Parecchie quistioni sorgono però da questa stessa spiegazione. In qual modo si può sapere che una tal combinazione ha realmente luogo tra l'ossigeno e il carbonio? In quale proporzione questi due corpi si combinano? In qual modo si può constatare che l'azoto che forma i quattro quinti dell'aria da cui è attraversato il fornello, esce da questo fornello inalterato?

VIII.

Per rispondere in modo soddisfacente a tali quistioni, basta mettere separatamente i due costituenti dell'aria comune in presenza del carbonio nelle condizioni favorevoli alla combinazione, e di determinare i loro pesi prima e dopo la manifestazione dei fenomeni.

Prendasi una bottiglia di vetro contenente sedici grani di gas ossigeno; si capovolga su del mercurio, come vedesi nella figura 1.

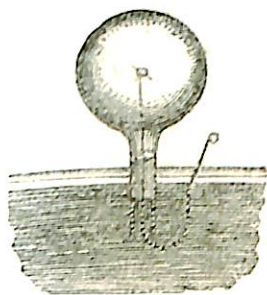


Fig. 1.

e si introduca in essa, mediante un filo di platino ricurvo, un pezzo di carbonio pesante più di sei grani. Dirigiamo in allora sul carbonio, attraverso la bottiglia di vetro, i raggi del sole concentrati da uno specchio ustorio. Sotto l'influenza del calore solare il carbonio s'infiammerà, e abbrucerà nell'ossigeno gettando un vivo splendore. Quando la combustione sarà cessata e il gas contenuto nella bottiglia si sarà raffreddato, si potrà constatare che il mercurio ha conservata, nel collo della bottiglia, la posizione esatta che esso aveva prima della combustione. Il gas contenuto nella bottiglia ha dunque lo stesso volume di prima. Ciò nullameno egli è facile il provare che esso non è, per nulla affatto, lo stesso gas.

Prima di tutto, pesandolo, si troverà che esso pesa 22 grani invece di 16, e pesando il residuo non abbruciato del carbonio, si troverà che esso pesa 6 grani di meno di quello che pesava prima dell'esperienza. La conclusione di tutto ciò è che 6 grani di carbonio si sono combinati coi 16 grani di ossigeno primitivamente contenuti nella bottiglia; ma che, combinandosi, il carbonio non ha operato alcun cambiamento nel volume del gas.

Sottomettendo alle prove ordinarie il gas contenuto nella bottiglia si vedrà di subito ch'esso non è più dell'ossigeno. Nessun combusti-

bile vi abbrucerà, di più sarà improprio ad alimentare la respirazione, e con essa la vita, lo si troverà identico insomma al gas nocivo detto gas soffocante, e presenterà tutti i caratteri chimici del gas acido carbonico.

Se la stessa bottiglia si riempia di gas nitrogeno od azoto e si sottometta a una esperienza simile, il risultato non sarà lo stesso. I raggi solari concentrati sul carbonio lo faranno ancora arrossare, ma esso non abbrucerà nè subirà alcun altro cangiamento. Allontanando dal medesimo il fuoco dei raggi solari esso si raffredderà gradatamente, e ritirato dalla bottiglia avrà lo stesso peso che aveva prima di esservi introdotto. Si troverà di più che l'azoto che riempie la bottiglia non ha subita alcuna alterazione.

Da ciò risulta che il fuoco prodotto quando il carbonio abbrucia nell'aria comune non è altra cosa che il calore e la luce sviluppatasi nella formazione dell'acido carbonico per la combinazione del carbonio coll'ossigeno dell'aria ambiente; ne segue ancora che queste sostanze si combinano nelle proporzioni di 6 parti (in peso) di carbonio sopra 16 di ossigeno (o più esattamente, 6,04 o 6,12 di carbonio sopra 16 di ossigeno).

IX.

Nel trattato dell'*Acqua*, abbiamo veduto che l'idrogeno si combina coll'ossigeno nella proporzione di una parte (in peso) del primo su 8 del secondo per formare l'acqua, e che, se la combinazione ha luogo in un'atmosfera pura o presso a poco pura dei gas, essa è istantanea ed accompagnata da esplosione. Se la combinazione però, come è possibile, si effettuasse nell'aria ordinaria, i fenomeni sarebbero assai diversi.

Così, introducendo dell'idrogeno puro in una vescica o in altro recipiente, avendo cura di lasciare una piccola apertura per la quale uscire il gas, avvicinando a quest'ultimo una fiamma, esso si accenderà senza esplosione ed abbrucerà tranquillamente mandando una fiamma giallo-pallida e una luce debolissima, ma un calore intenso. Tale è l'effetto che accompagna la combinazione graduale e continua dell'idrogeno, a misura che esce dall'apertura, coll'ossigeno dell'aria ambiente.

Perchè l'idrogeno, al momento della sua uscita, non si combina egli coll'ossigeno dell'aria, se non si avvicina al medesimo una fiamma? Perchè, una volta infiammato, non è più necessario, onde continui ad abbruciare di tenergli a contatto la fiamma?

Il perchè lo si comprende senza difficoltà. Il gas idrogeno ha per l'ossigeno un'affinità od attrazione che non è abbastanza energica per determinare la loro combinazione alla temperatura ordinaria. Ma innalzando considerevolmente la temperatura dell'idrogeno, la sua attrazione per l'ossigeno si aumenta a tal punto che entra immediatamente, spontaneamente in combinazione con esso. Ora, che avviene egli quando si avvicina una fiamma qualunque al getto d'idrogeno? La temperatura di questo si accresce di molto, la sua attrazione per l'ossigeno conseguentemente si accresce, ed entra direttamente in combinazione coll'ossigeno dell'aria col quale trovasi in quel momento, a contatto.

X.

Ma in qual modo, — allontanando la fiamma che determinò primamente la combustione della corrente di idrogeno, — può la combinazione continuare ad effettuarsi, e mantenersi la fiamma che ne è la conseguenza? Questo fatto trova la sua spiegazione nella quantità considerevole di calore prodotto dalla combinazione dell'ossigeno e dell'idrogeno. Incominciata la combinazione, l'idrogeno e l'ossigeno sviluppano essi stessi, combinandosi, un calore intenso; la porzione di idrogeno (al di sotto di quella che è infiammata) si mette in contatto coll'ossigeno e l'idrogeno che abbruciano, riceve dai medesimi un calore considerevole, e combinasi, come quella che la precede, con una nuova porzione di ossigeno. Del calore sviluppato dall'ossigeno e dall'idrogeno che abbruciano partecipa la successiva porzione di gas, producesi una combinazione novella e conseguentemente uno sviluppo di calore, e così di seguito. Così, la combustione una volta incominciata, il calore necessario al suo mantenimento trova un alimento nel suo sviluppo, ne' suoi stessi progressi, e per mantenere questa combustione non fa per conseguenza bisogno, che siavi sempre presente un lume acceso.

Il continuare della combustione del carbonio nell'ossigeno puro o nell'aria ordinaria si spiega allo stesso modo.

XI.

La combustione del carbonio differisce da quella dell'idrogeno in ciò che essa avviene senza produzione di fiamma. Il carbone riscaldato al calor rosso e tuttavia sempre allo stato solido, entra direttamente in combinazione coll'ossigeno dell'aria circostante, e,

siccome l'acido carbonico che si forma non è un gas nè luminoso nè visibile, il carbonio scompare. Ma nel caso dell'idrogeno, il calore prodotto dalla combustione è talmente intenso, che esso rende luminoso lo stesso gas; esso agisce come il calore intenso che innalza al calor rosso o al bianco una massa di ferro. Quando il gas diviene luminoso, chiamasi *fiamma*.

XII.

La fiamma dunque non è altra cosa che la materia allo stato aeriforme, gasoso o vaporoso, portata a un calor così intenso da essere incandescente e da emettere della luce, nè più nè meno di una spranga di ferro che si estraesse da un forno.

XIII.

Quale è il prodotto della combustione dell'idrogeno? Lo si è di già veduto nel trattato dell'*Acqua*; questo prodotto è vapore acqueo. Esposto al freddo, questo vapore riducesi allo stato liquido.

Tenendo su di un getto d'idrogeno acceso un vaso di vetro, come nella fig. 2, il vapore acqueo, risultato dalla combinazione dell'idrogeno coll'ossigeno dell'aria ambiente, si condenserà sulle pareti interne del vaso, in forma di rugiada. A misura che l'esperienza procederà, la condensazione diverrà più grande, e collocando sotto al vaso una tazza, si potrà raccogliere il vapore acqueo che cade a gocce, lungo le pareti interne.

XIV.

Come si è già detto, i principali costituenti di tutti i combustibili impiegati pel riscaldamento e l'illuminazione, sono il carbonio e l'idrogeno, e i prodotti della loro combustione, sono, per conseguenza, acido carbonico ed acqua, — acqua che svolge si sotto forma di vapore.

XV.

L'idrogeno svolge si però di raro allo stato di purezza. Più di spesso trovasi unito a una certa dose di carbonio e forma così un composto gasoso, chiamato *idrogeno carburato*. Questo gas abbrucia

con una fiamma molto più bianca e più luminosa di quella dell'idrogeno puro, e perciò esso è molto più conveniente ad uso di illuminazione.

XVI.

La fiamma deve la sua bianchezza e il suo potere rischiarante al carbonio di cui trovasi carico il gas. Ciò che lo prova si è, che più il gas è carico di carbonio, e più la fiamma è bianca e brillante.

XVII.

Vi sono due specie di idrogeno carburato; l'una di esse contiene due volte più di carbonio che non l'altra. Quest'ultima si chiama: idrogeno leggermente carburato o protocarburo, e il primo: idrogeno molto carburato o bicarburo, ed anche gas oleofacente.

XVIII.

Nell'idrogeno leggermente carburato, 6 parti o, per parlare più esattamente, 6,12 parti (in peso) di carbonio son combinate con due parti di idrogeno. L'idrogeno molto carburato, contiene due volte questa proporzione di carbonio.

L'idrogeno leggermente carburato è, a volumi eguali, meno pesante d'un po' più della metà che non l'aria comune. Pure, non ha odore ed abbrucia con una fiamma giallastra molto più luminosa di quella dell'idrogeno puro. Come l'idrogeno puro, esso forma un miscuglio assai esplosivo quando si combina coll'aria comune, o, più esattamente, coll'ossigeno dell'aria comune, poichè l'azoto non ha alcuna influenza sul fenomeno.

XIX.

Egli è questo gas che sotto il nome di *fuoco di gas infiammabile*, produce accidentalmente nelle miniere di carbon fossile esplosioni cotanto disastrose. Esce in quantità considerevoli dalle fessure e dagli interstizj degli strati di carbone e invade le cavità delle miniere. Essendo esso la metà più leggero dall'aria atmosferica, si accumula dapprima sotto alla volta della miniera. Dopo qualche tempo, in virtù d'una proprietà comune a tutti i gas, esso si mescola coll'aria, e finisce per combinarsi colla medesima in una proporzione che lo rende

esplosivo. Introdotta allora un lume ha luogo un' esplosione, da cui derivano quelle spaventevoli conseguenze per gli operai che trovansi in quel momento sul teatro dell'accidente, conseguenze di cui ognuno avrà più d'una volta potuto leggere i tristi dettagli.

XX.

Egli è pure a questo gas che devonsi quelle apparizioni chiamate *Will ó the Wisp*, *Jack ó lanthorn*, o fuochi fatui, o folletto, che manifestansi nei terreni paludosi e sulle acque stagnanti. Questo gas è prodotto dalla decomposizione di materie animali e vegetabili, e, quando si innalza dai terreni o dalle acque in questione, si infiamma spontaneamente.

XXI.

Il fatto è facile a verificarsi; basta raccogliere il gas che svolgesi da un'acqua stagnante.

Prendete un imbuto di quelli che si adoperano di solito per decantare i liquori, e una bottiglia od una tazza; immergete quest'ultima nell'acqua, e, quando è piena, capovoltetela tenendola sott'acqua, e rialzatela al di sopra della superficie, tenendo la sua apertura immersa nell'acqua. Introdurrete allora in quest'apertura l'imbuto capovolto, avendo cura che il collo di quest'ultimo entri nella bottiglia o tazza; agitate l'imbuto e il gas si innalzerà dall'acqua in bolle che verranno ad accumularsi alla parte superiore della bottiglia o della tazza.

La fig. 3 indica il modo di condurre quest'esperienza. Raccolto che sia, si può constatare la natura infiammabile del gas avvicinando al medesimo un lume di mano in mano che esce dalla bottiglia o dalla tazza.

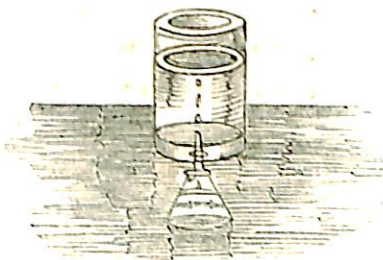


Fig. 3.

XXII.

L'idrogeno molto carburato abbrucia con una fiamma molto più bianca, molto più luminosa. Il suo peso è presso a poco uguale a quello dell'aria ordinaria, e per conseguenza quasi il doppio di quello dell'idrogeno leggermente carburato; d'onde l'epiteto di *pesante* che gli venne dato.

I prodotti della combustione delle due specie di idrogeno carburato sono acido carbonico ed acqua. L'acido carbonico risulta dalla combinazione del carbonio, e l'acqua dalla combinazione dell'idrogeno, coll'ossigeno dell'aria.

Ben compreso il fin qui detto, si comprenderanno facilmente i fenomeni ai quali, in tutti i casi ordinari, dà origine il fuoco o la combustione.

XXIII.

La specie di combustibile impiegato ad uso di riscaldamento, e che si conosce di più in Inghilterra, è il carbon fossile.

Questo minerale, isolato da qualche ingrediente straniero e incombustibile che esso contiene in deboli proporzioni, componesi di carbonio e dei due idrogeni carburati.

La proporzione di carbonio varia, nelle diverse specie di carbone, dall'80 fino al 90 per 100, l'idrogeno dal 3 sino al 6 per 100, e il resto è ossigeno ed azoto.

Nel carbon fossile detto antracite, del paese di Galles, la proporzione del carbonio è maggiore del 90 per 100, e quella dei due gas idrogeni non è che del 3 o 4 per 100. Nel carbone bituminoso del Northumberland, la proporzione del carbonio è di circa 87 per 100, e quella dell'idrogeno di 4 a 6.

XXIV.

Quando un combustibile, come per es., il carbon fossile o simile, è convenientemente acceso, e riceve una corrente d'aria necessaria al mantenimento della combustione, il carbonio si combina incessantemente colla determinata proporzione di ossigeno, produce una quantità corrispondente d'acido carbonico riscaldato, e rende la parte solida del combustibile rossa e luminosa. Allo stesso momento, i due gas idrogeni combinandosi colle loro proporzioni rispettive di ossigeno, producono dell'acido carbonico e del vapore d'acqua, e rendono i gas, a misura che escono dal combustibile, luminosi, o, ciò che torna lo stesso, li convertono in fiamma.

La fiamma sarà poco brillante ed azzurrastra, se una parte dei gas è idrogeno puro; giallastra, e un po' più brillante, se questi gas sono idrogeno leggermente carburato; finalmente ella sarà bianca e brillantissima, se questi gas sono dell'idrogeno carburato.

Così tutti i fenomeni presentati da un fuoco di carbone ordinario, si possono, come si è veduto, investigare e spiegare.

XXV.

Si è dimostrato che, nella combustione, 6 parti (in peso) di carbonio si combinano con 16 parti di ossigeno, o, ciò che è lo stesso, una parte con due e due terzi. Si disse inoltre che, nella combustione dell'idrogeno, una parte, in peso, di questo gas si combina con otto di ossigeno. Si possono facilmente, con questi semplici dati numerici, spiegare gli effetti di un fuoco di carbone ordinario sull'aria che lo nutre e mantiene.

XXVI.

Trovansi così che, abbruciando 10 libbre *avoirdupois* (o 4th.530) di carbone, viene assorbito tutto l'ossigeno contenuto in 1551 *cubic feet* (o 43 met. cub. 759, 914) d'aria.

Per tener fresca e pura l'atmosfera di un appartamento nel quale ardesse un fuoco di carbone, bisognerebbe dunque introdurvi dell'aria fresca, in ragione di 155 *cubic feet* (4 met. cub. 373, 170) per ogni libbra di carbone.

XXVII.

Le legna sono un combustibile generalmente impiegato per produrre del calore artificiale nei paesi in cui il carbone non è così economico, nè così abbondante come in Inghilterra. Questo combustibile, come il carbone, componesi principalmente di carbonio ed idrogeno in proporzioni diverse secondo le specie di legno. Tutte le specie di legno hanno pure, per costituente, una proporzione di ossigeno molto più considerevole che non il carbone.

Il legno, quando è verde, contiene molta acqua. Nella combustione di simil legno, una gran parte del calore che si sviluppa viene assorbita dall'acqua che svapora, ciò che lo rende improprio al riscaldamento, o per lo meno gli fa perdere buona parte delle sue qualità calorifiche. Non si dovrebbe quindi servirsi di legna, come combustibile, che quando l'acqua che esse contengono, o la più gran parte di quest'acqua, si è evaporata. Per lo stesso motivo, dovrebbero tenere le legna il meno possibile esposte all'umidità.

XXVIII.

Tutte le sostanze, grasse, oleose, vischiose, sono combustibili sia allo stato solido che allo stato liquido. Esse hanno gli stessi costi-

tuenti del carbone e delle legna, ma combinati un po' diversamente, e in diverse proporzioni. La più parte abbruciano gettando una fiamma più o meno brillante; perciò si fanno servire all'illuminazione artificiale.

Gli olj di balena, d'oliva, di noce-cocco, la cera, lo spermaceti ed il sego, sono esempj di questa classe di combustibili.

XXIX.

Qualunque sia il combustibile, e qualunque sia l'uso al quale si applichi, ad uso di illuminazione cioè o di riscaldamento, egli è evidente, dopo le date spiegazioni, che la combustione non potrebbe essere mantenuta con tutta l'attività necessaria, se il combustibile non ricevesse la quantità di ossigeno di cui ha bisogno per entrare in combinazione con esso lui. Bisogna dunque, con qualche processo, assicurargli questa quantità di ossigeno.

XXX.

Nella costruzione dei fornelli, delle stufe, dei cammini si ha sempre di mira di assicurare al combustibile la quantità d'aria che gli è indispensabile. Quanto maggiore è la quantità di aria che passa attraverso il combustibile tanto più rapida ed abbondante è la combinazione, e più attiva ed ardente la combustione.

XXXI.

La corrente d'aria che attraversa una grata ordinaria è prodotta dall'aspirazione del cammino. La colonna d'aria che trovasi nel cammino s'innalza ad una temperatura più considerevole di quella dell'aria esterna, si rarefa, diventa, a volume eguale, più leggera dell'aria esterna, e proporzionatamente più elastica. Essa ha perciò una tendenza a portarsi in alto simile a quella dell'olio che si trovasse nell'acqua. A misura che quest'aria ascende, l'aria dell'appartamento si precipita ad occupare il posto ch'essa occupava. Una parte di quest'aria attraversa il fondo e il davanti della grata, e una parte penetra l'apertura del cammino al disopra della grata. Veggasi la fig. 4.

AB è il davanti o la parte anteriore della grata e BC è il fondo sotto al quale raccolgonsi le ceneri. L'apertura, al disopra della grata, è segnata AD, e le lettere EFGH rappresentano la gola del cammino. La forza d'ascensione della colonna d'aria della gola è misu-

rata dalla differenza che passa tra il suo peso e quello di un volume eguale dell'aria esterna. L'aria che rimpiazza quella che sale nella canna investe il fondo BC, il davanti BA della grata, e l'apertura AI al disopra di questa, come lo indicano le frecce. Le prime quantità d'aria che attraversano il combustibile in ignizione gli procurano il gas ossigeno necessario alla sua combinazione col medesimo e mantengono così la combustione. Queste quantità d'aria dopo aver attraversato gli interstizii del combustibile, e quando l'ossigeno o una porzione di questo gas si è combinato col combustibile, escono superiormente al medesimo e presentano allora un miscuglio di azoto, di una quantità indeterminata di ossigeno che non ha potuto combinarsi col combustibile, d'acido carbonico e di vapore acqueo. Quest'ultimi risultano dalla combinazione dell'ossigeno col carbonio e coll'idrogeno del combustibile.

Tutti questi gas liberandosi dal combustibile in ignizione ad un'alta temperatura, e mescolandosi coll'aria fredda che penetra nel cammino per l'apertura AI, danno alla colonna d'aria della gola il calore, e conseguentemente la leggerezza necessaria al mantenimento dell'aspirazione.

Quando si accende il fuoco nella grata se l'aria del cammino possiede la stessa temperatura dell'aria esterna, essa sarà senza leggerezza relativa, senza elasticità; nessuna aspirazione avrà luogo. In questo caso il cammino farà quasi sempre fumo. Si può qualche volta ovviare a questo inconveniente aprendo le finestre sì che l'appartamento si riempia d'aria fredda come è l'aria esterna, e più fredda per conseguenza dell'aria che trovasi nel cammino.

Se questo mezzo non bastasse, bisognerebbe riscaldare l'aria della

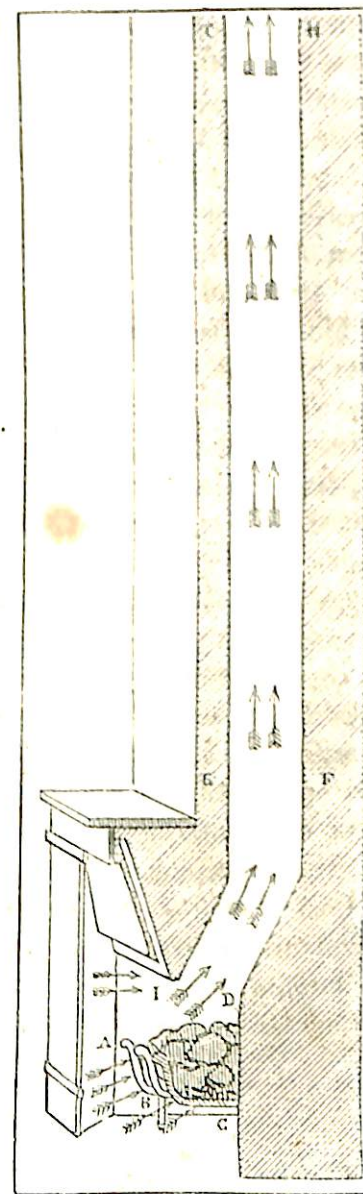


Fig. 4.

canna e produrre l'aspirazione necessaria, introducendo nel cammino un combustibile qualunque in ignizione (carta, legna minute, ecc).

Si può aumentare considerevolmente l'intensità dell'aspirazione attraverso la grata, chiudendo, sia parzialmente o completamente, l'apertura A I. Con questo mezzo si **obbliga** la totalità dell'aria che deve rimpiazzare quella che sale pel cammino ad attraversare la grata e il combustibile che questa contiene. Se la grandezza dell'apertura A I è per esempio tre volte la grandezza della parte anteriore e del fondo della grata, egli passerà ora attraverso il combustibile quattro volte la quantità d'aria che passava quando l'apertura A I non era chiusa, supponendo, ben inteso, che l'aspirazione del cammino sia, nei due casi, la stessa.

Ma l'aspirazione del cammino sarà anzi considerevolmente aumentata; poichè sino a tanto che l'apertura A I non è chiusa, l'aria che riempie il cammino componesi di un miscuglio dell'aria che attraversa il combustibile in ignizione, ove la medesima acquista un'alta temperatura, e di una porzione d'aria molto più grande che recasi al cammino per l'apertura A I; questa porzione d'aria, essendo fredda, abbassa la temperatura diminuendo così l'elasticità o leggerezza dell'aria del cammino. Ma quando la totalità dell'aria che attraversa A I è costretta, dopo chiusa questa apertura, ad attraversare il combustibile in ignizione, essa raggiunge una temperatura elevata. Siccome questa temperatura non subisce alcun abbassamento per l'aggiunta di una porzione qualunque di altra aria non passante pel combustibile, il cammino si riempie d'un'aria la cui temperatura è elevatissima e che produce nella canna del cammino una corrente ascendente molto più energica.

Così l'effetto che risulta dalla chiusura dall'apertura A I è di ravvivare il fuoco, non solo costringendo a passare per questo fuoco la totalità dell'aria che dapprima passava per l'apertura A I, ma aumentando inoltre l'aspirazione del cammino.

XXXII.

Dal fin qui detto si vede che il fuoco di un cammino, come è, per esempio, quello della figura 4, serve a due scopi: al riscaldamento ed alla ventilazione.

La totalità dell'aria che entra nel cammino (sia che passi attraverso della grata, sia che passi per l'apertura che trovasi al disopra di questa), vuol essere rimpiazzata da un volume eguale d'aria fresca che viene dal di fuori; gl'interstizii delle porte o delle fine-

stre od altre aperture praticate espressamente, debbono darle passaggio. La parte dell'aria che attraversa la grata serve dunque a due fini, al riscaldamento ed alla ventilazione. Serve al riscaldamento destando e mantenendo la combustione; e alla ventilazione producendo nell'appartamento un vuoto che viene poi occupato da un volume corrispondente d'aria fresca.

L'aria che entra nel cammino per l'apertura al disopra della grata non ha alcun effetto diretto e indiretto sul riscaldamento; ma il suo effetto sulla ventilazione è di tanto superiore a quello dell'aria che attraversa la grata stessa, di quanto la grandezza dell'apertura al disopra della grata è superiore alla grandezza degli spazii od intervalli delle asticelle che formano il davanti ed il fondo di questa grata; in altri termini, quanto più grande sarà l'apertura e più ravvicinate saranno le asticelle della grata, tanto più considerevole sarà il potere ventilatore dell'apertura; quanto più stretta invece sarà l'apertura e le asticelle della grata lontane le une dalle altre, tanto più il potere ventilatore dell'apertura sarà debole e limitato.

XXXIII.

Quanto più gli appartamenti sono piccoli e bassi, tanto più numerose ed attive sono in essi le cause di corruzione, e tanto più necessaria diventa la ventilazione. L'aria d'un appartamento è privata del suo ossigeno e resa impropria alla respirazione da parecchie cause. Ogni persona che trovasi in esso assorbe dell'ossigeno, respirando.

Si è calcolato che un adulto di media statura assorbe a un dipresso nella respirazione 1 *cubic foot* (0 met. cub. 028, 214) o più di 28 litri di ossigeno per ora, rendendo 5 *cubic feet* (0 met. cub. 141, 070) o più di 141 litri d'aria improprii all'atto respiratorio. Si calcolò inoltre che due candele accese assorbono la stessa quantità di ossigeno di un adulto. D'onde si trae la conseguenza che, per tenere pura l'aria di un appartamento, bisognerebbe che 5 *cubic feet* (o 141 litri) almeno d'aria *per persona*, e 2 *cubic feet* e $\frac{1}{2}$ (o più di 70 litri) d'aria *per candela* passassero, ogni ora, pel cammino o per un'altra apertura, e fossero rimpiazzati, nell'appartamento, da un egual volume d'aria fresca.

XXXIV.

I vegetabili emettono dell'ossigeno durante il giorno; e ne assor-

bono durante la notte. Di giorno la loro presenza in un appartamento è dunque senza pericolo; ma durante la notte essi corrompono l'aria e deveasi quindi, durante la medesima, assolutamente escluderli, a meno che l'appartamento non sia perfettamente ventilato.

XXXV.

Un appartamento ingombro di gente, rischiarato da molti lumi e, come avviene di spesso, senza fuoco, non tarda molto a riempirsi d'un'aria in cui si può constatare l'assenza d'una proporzione notevole di ossigeno, e la presenza di un volume corrispondente d'acido carbonico, quando però questo appartamento non abbia altri ventilatori che suppliscano all'assenza del cammino. Ne risulta che le persone delicate, specialmente quelle che hanno i polmoni deboli, provano ben presto un mal essere generale e vengon prese di spesso da cefalalgia (mal di testa).

XXXVI.

Ora diremo alcune parole sulla fiamma delle lampade e dei lumi in generale.

Quando una candela è accesa, il calore che sviluppa all'estremità del lucignolo fa liquefare la cera od il sego immediatamente al di sotto. Così liquefatti, il sego o la cera sono attratti in alto, attraverso agli interstizii del lucignolo, dalla forza che si chiama *attrazione capillare*. Arrivati a contatto della fiamma esse entrano in ebollizione, e si convertono in vapore il quale s'innalza al di sopra del lucignolo. Siccome questo vapore ha una temperatura altissima, ed esercita un'attrazione potente sull'ossigeno dell'aria circostante, esso entra in combinazione con questo, e diventando luminoso forma la fiamma che vedesi attorno e al di sopra del lucignolo. Nell'interno della fiamma s'innalza una corrente incessante di vapore, — vapore che emana dal combustibile; — all'esterno della fiamma, delle correnti d'aria conducono sulla sua superficie l'ossigeno che produce la combustione e la luce. Il vapore del combustibile e l'ossigeno, incontrandosi alla superficie della fiamma, entrano quindi in combinazione, ed il vapore abbrucia. Nell'interno della fiamma non ha luogo alcuna combustione e non producesi luce di sorta.

La figura 5 rappresenta il lucignolo e la fiamma d'una candela. Nell'interno della fiamma veggonsi delle correnti di vapore

combustibile uscire dal lucignolo e rendersi su tutti i punti della superficie della fiamma. Le frecce che rimarcansi da ogni lato di questa ed esternamente alla sua superficie, indicano le correnti formate dall'aria circostante, correnti determinate dal calore della fiamma. L'ossigeno, attratto dal vapore combustibile il cui calore è intenso, si approssima, si combina con questo vapore, e conseguentemente alimenta la combustione e produce la luce. Le frecce che veggonsi al di sopra della fiamma indicano la corrente d'aria riscaldata d'acido carbonico e di vapore acqueo prodotti dalla combustione, e che formano una colonna ascendente al di sopra della fiamma.

Da quanto abbiamo detto si indovina che la parte luminosa della fiamma è completamente superficiale. Il vapore che vedesi nell'interno della superficie infiammata non essendosi ancora trovato a contatto dell'ossigeno, e per conseguenza non avendo ancora potuto entrare in combustione, non potrebbe essere luminoso. Ne segue che la fiamma, — considerata sotto il punto di vista esclusivo della luce che essa manda, — è cava; o per dir meglio è una colonna di vapore combustibile, la cui superficie, essendo la sola parte che abbrucia, è anche la sola che sia luminosa. A misura che il vapore in questione s'innalza dall'interno della fiamma, esso viene a contatto coll'ossigeno dell'aria, abbrucia, diventa luminoso e forma quella colonna di luce il cui diametro va sempre più diminuendo sino a non esser più che un punto. La fiamma rimane così terminata da un punto, fino a che la totalità del vapore prodotta dalla materia in ebollizione contenuta nel lucignolo riceve il suo complemento necessario di ossigeno, e giunge fin là. Esso perde allora prontamente l'alta temperatura che lo rende luminoso, e la fiamma cessa.

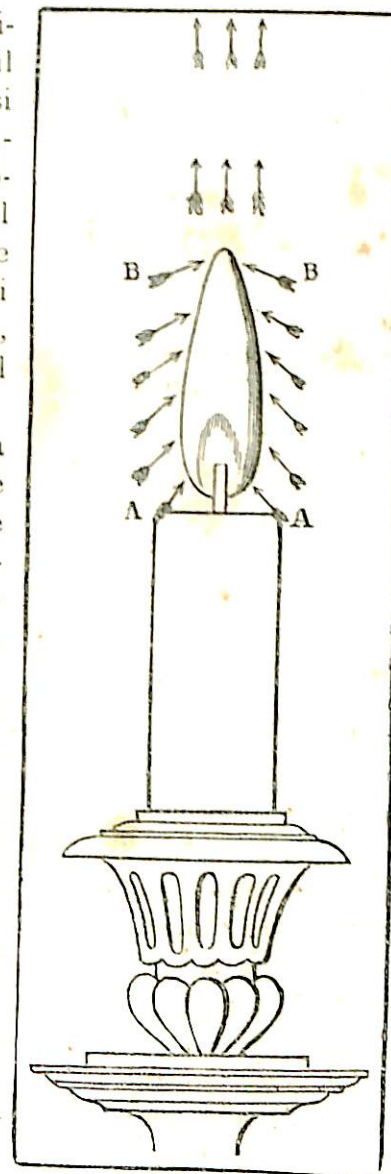


Fig. 5.

XXXVII.

In diverse specie di lampade, si ebbe ricorso a parecchi espedienti per aumentare l'estensione della superficie luminosa della fiamma e l'intensità della combustione. A questo effetto si modificò la forma e la grandezza del lucignolo, lo si è più generosamente provveduto di olio, e si fecero passare su tutti i punti della sua superficie delle forti correnti d'aria.

Ma nelle lampade a becco cilindrico, queste correnti, che sono esterne ed interne, ricevono un accrescimento considerevole di intensità per l'aggiunta di un tubo di vetro di una certa altezza, e il cui diametro interno eccede di un po' il diametro esterno del lucignolo. Questo tubo aperto alla sua base, e racchiudente una colonna d'aria di una altezza eguale alla sua, agisce sulla combustione della lampada precisamente come un cammino ordinario sulla combustione del carbone o delle legna poste sulla grata. L'aria che penetra pel fondo, fra il tubo e il becco, si innalza formando una corrente cilindrica intorno all'esterno del lucignolo; poscia, venendo a contatto colla superficie esterna del vapore combustibile che esce dall'olio, la infiamma. Nello stesso tempo la colonna d'aria che ascende pel tubo interno, venendo a contatto colla superficie interna del vapore, l'infiamma allo stesso modo. Egli è così che un sottile cilindro di vapore d'olio, — vapore che esce dal lucignolo, — è mantenuto in uno stato di combustione ardente, costante, sulle sue superficie interna ed esterna contemporaneamente.

La forza di queste correnti, esterna ed interna, dipende dalla leggerezza della colonna d'aria contenuta nel tubo di vetro ed estendentesi ad un'altezza considerevole al di sopra di questo tubo. L'aria, quando ha superata la fiamma della lampada, avendo una temperatura elevatissima, comunica al tubo un calore intenso. La colonna d'aria che trovasi in esso, essendo essa pure riscaldata, sale a un'altezza considerevole al di sopra del tubo prima di essere raffreddata e ridotta alla temperatura dell'aria ambiente. La forza di aspirazione, dunque, che mantiene le correnti interne alla fiamma è determinata dalla differenza fra il peso della colonna d'aria (che stendesì dalla base del tubo sino a quell'altezza al di sopra di esso, in cui la temperatura della colonna ascendente diviene eguale alla temperatura dell'aria esterna) e il peso di un volume eguale di aria ambiente.

Questa spiegazione della combustione dell'olio in un becco cilindrico si comprenderà più facilmente dando un'occhiata alla figura 6.

CC rappresentano il tubo interno; AA il tubo esterno. Il lucignolo è fra questi due tubi. L'olio perviene al lucignolo per lo spazio che

trovasi fra i medesimi. GH, GH indicano il tubo di vetro della lampada, che è aperto alla sua base BB. L'aria ascende, come lo indicano le frecce, tra G ed H e D ed A, e viene a contatto della superficie esterna della fiamma; e si innalza attraverso il tubo interno CC, si che viene a contatto colla superficie interna della fiamma, come lo indicano anche qui le frecce. La fiamma cilindrica, che si innalza dal lucignolo è rappresentata da AMCN, e la direzione della colonna ascendente, da frecce.

La forma di lucignolo maggiormente in uso, nelle lampade di considerevole potere illuminante, è quella di un cilindro vuoto, la cui circonferenza varia da 1 inch (2 centim. 539) a 3 inch (7 centim. 617). Questo lucignolo è ritenuto alla sua base da un piccolo anello metallico sottile, e discende nel serbatoio dell'olio per uno spazio compreso fra due tubi concentrici il cui diametro varia. Lo spazio fra i due tubi è un po' più grande dello spessore del lucignolo. Quest'ultimo ha dai 2 inch e 1/2 ai 3 (7 centimetri) di lunghezza, e si abbassa nel suddetto intervallo sino a una certa profondità. L'intervallo comunica col serbatoio dell'olio, dal qual serbatoio si fa ascendere l'olio sia mediante una pompa messa in movimento da apposito congegno o da ruota (lampada Carcel), sia mediante una molla spirale (lampada a modérateur), sia mediante la pressione dell'olio contenuto in un serbatoio al disopra del livello del lucignolo, come nelle antiche lampade inglesi, chiamate *sinumbral lamps*, e in una quantità d'altre costrutte sullo stesso principio.

La fiamma che esce da un lucignolo come il suddescritto è evidentemente cilindrica e vuota; essa deve essere alimentata d'aria tanto alla sua superficie esterna quanto all'interna. Si mantiene una corrente d'aria a contatto della superficie interna della fiamma facendo discendere nel becco il più piccolo dei due tubi fra i quali

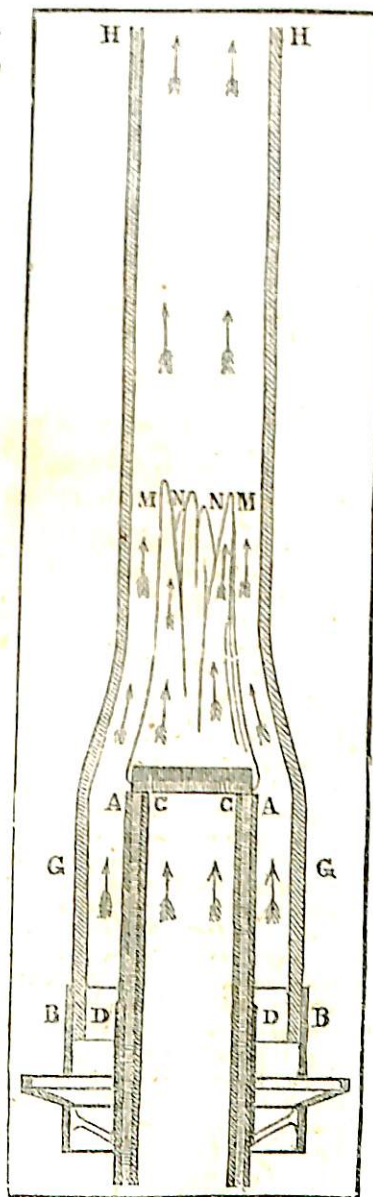


Fig. 6.

trovasi il lucignolo e lasciandolo in comunicazione coll'aria esterna. L'esterno della fiamma è esposto all'aria e produce delle correnti pel suo proprio calore, allo stesso modo delle correnti, precedentemente descritte, che circondano la fiamma di una candela.

Dott. G. GORINI.

NOTE.

Al § XXIII. *Combustibili minerali*. — Dai terreni granitici antichi sino agli strati i più recenti della corteccia del globo, incontransi, in maggiore o minore abbondanza, delle materie combustibili che si rassomigliano più o meno al carbone ordinario, e che sembrano provenire dalla decomposizione di vegetabili sepolti nel seno della terra. Queste materie vengono distinte coi nomi di *torba*, di *lignite*, di *carbon fossile*, di *antracite* e di *grafite*. — Di tutte le sostanze carbonose la *torba* è quella di più recente formazione e la cui origine si riconosce nel modo il più evidente: è dessa una materia bruna o nerastra, spongiosa, composta di avanzi vegetabili frammentati, compressi e compenetrati di fango; racchiude inoltre quasi sempre dei frammenti d'erbe secche perfettamente riconoscibili, e formasi per l'aggregazione di certe piante che crescono in abbondanza nelle paludi. Se ne distinguono due varietà: la torba delle paludi e la torba marina. La prima è la più comune e la più generalmente conosciuta per l'uso che se ne fa come combustibile: trovasi in masse considerevoli nei terreni paludosi che sono tuttora o sono stati fondo di stagni o di laghi d'acqua dolce. Le principali torbiere si trovano in Olanda, nel nord della Germania ed in Iscozia; ma anche la Francia ne possiede di assai considerevoli, per esempio nella vallata della Somma.

La *lignite* ha una tessitura fibrosa che richiama quella del legno, e spande nell'abbruciare un odore acre, acuto: trovasi tanto disseminata che in banchi, nei diversi strati dei terreni di sedimento terziari o secondari superiori. — Il *carbon fossile* è una sostanza tenera e friabile, che non si lascia però scalfire o intaccare dall'unghia; dividesi ordinariamente in laminette o squame, è di un nero brillante a riflessi spesso iridati, ed abbrucia facilmente, con fiamma bianca od azzurrastra, e spandendo un odore bituminoso che non è nè acre nè disgustoso. Il carbon fossile è dovuto ad una alterazione del tessuto di diversi vegetabili sepolti nel seno della terra in masse immense, e da tempo incalcolabile. — Si chiama *coke* il carbon fossile che si è fatto riscaldare difeso dal contatto dell'aria o abbruciare incompletamente, in modo da espellerne un olio empireumatico e dei gas infiammabili. — L'*antracite* è liscia, opaca e di una tessitura che richiama quella di diverse pietre; abbrucia difficilissimamente, senza fiamma e quasi senza fumo, e differisce dalla grafite in ciò che essa non lascia traccia di nero sulla carta. Questa sostanza mescolata al carbone può essere impiegata come combustibile negli alti forni destinati alla fusione del ferro. — La *grafite* è una specie di carbone che non è combustibile e non serve che a fabbricare matite; è conosciuta generalmente sotto il nome di *miniera di piombo o piombaggine* (quantunque non contenga traccia alcuna di piombo) e incontrasi nei terreni di transizione anche i più antichi. La cava più antica, in Francia, è nel dipartimento dell'Ariège; ma egli è in Inghilterra, nella contea di Cumberland, che si trova la migliore grafite, e da ciò dipende la superiorità delle matite inglesi sulle nostre. (Edwards e Comte. *Géol. Maury, la Terre et l'homme*; Huot et d'Orbigny. *Géol.*; Zimmermann, *le Monde avant la création de l'homme*; Phillips, *a Treatise on Geology*).

Al § XXVII: *Statistica del carbon fossile*. — I depositi carboniferi delle Isole Britanniche, dice il signor Burat, hanno una superficie di circa 4.600.000 ettari, e somministrano ogni anno dai 33 ai 40.000.000 di tonnellate di carbon fossile. — I depositi carboniferi della Francia hanno una superficie di 500.000 ettari, e somministrano ogni anno da 5 a 6.000.000 di tonnellate di carbon fossile. — Il Belgio ha 150.000 ettari di terreno carbonifero e ne ricava 6.000.000 di tonnellate; la Prussia e la Germania, 180.000 ettari che danno loro 4.000.000 di tonnellate; l'Austria 80.000 ettari che le forniscono 900.000 tonnellate; e la Spagna 140 ettari da cui ricava 500.000 tonnellate di carbon fossile. — Gli Stati Uniti d'America sono i più ricchi in terreni carboniferi. Essi ne hanno 3.000.000 di ettari; la produzione annuale non raggiunge però, in questi Stati, che una cifra relativamente poco elevata: 4.400.000 tonnellate, secondo Moreau de Jonnes: 9.000.000 di tonnellate, secondo Burat.

(V. Burat. *Traité du gisement et de l'exploitation des minéraux utiles*; Edwards et Comte; Maury; Moreau de Jonnes, *Statistique de l'Industrie de la France*).

LA LAMPADA DI SICUREZZA.

I. Preliminari. — II. Il gas di miniera. — III. Sir Humphry Davy inventa la lampada di sicurezza. — IIII. Natura e proprietà della fiamma da lui scoperte e applicate alla propria invenzione.

I.

Comunemente le arti mettono a profitto le scoperte che le scienze han già fatte, ma alcune volte spingono le scienze medesime a farne di nuove. Le arti stanno, direm così, ad osservare ciò che i dotti vanno di mano in mano scoprendo a forza di studi, e in mezzo a questa ricchezza scelgono quel che trovano a proposito per il loro bisogno: ma alcune volte quel che tornerebbe a proposito non vi è, e allora esse invocano l'ajuto delle scienze; gli scienziati indirizzano le ricerche allo scopo proposto, e raro è che finalmente non lo ottengano.

Uno dei più notabili esempi che possano citarsi in conferma di questa osservazione è il trovato della *lampada di sicurezza*.

II.

È noto che il gas illuminante si estrae dal carbon fossile collo scaldar fortemente questo carbone entro certi vasi chiusi che si denominano *storte*. Ora questo medesimo gas si svolge sovente da se negli strati di carbone che formano le miniere, e uscendo per le fenditure e per crepacci di quelli si accumula a poco a poco in gran quantità nei sotterranei dove i minatori lavorano. Ma quando esso è meschiato coll'aria comune in certe particolari proporzioni, il miscuglio è sommamente infiammabile: e di qui è che nelle miniere accaddero soventi volte spaventose catastrofi, nelle quali molte persone perdettero la vita. Finalmente il Governo inglese invitò i dotti a ricercare se non potesse porsi riparo a sì gran danno: sir Humphry Davy intraprese allora una serie di ricerche sperimentali, all'intento di trovare un mezzo onde proteggere da quelle esplosioni i minatori; e da' suoi studi nacque la bella invenzione della lampada di sicurezza.