

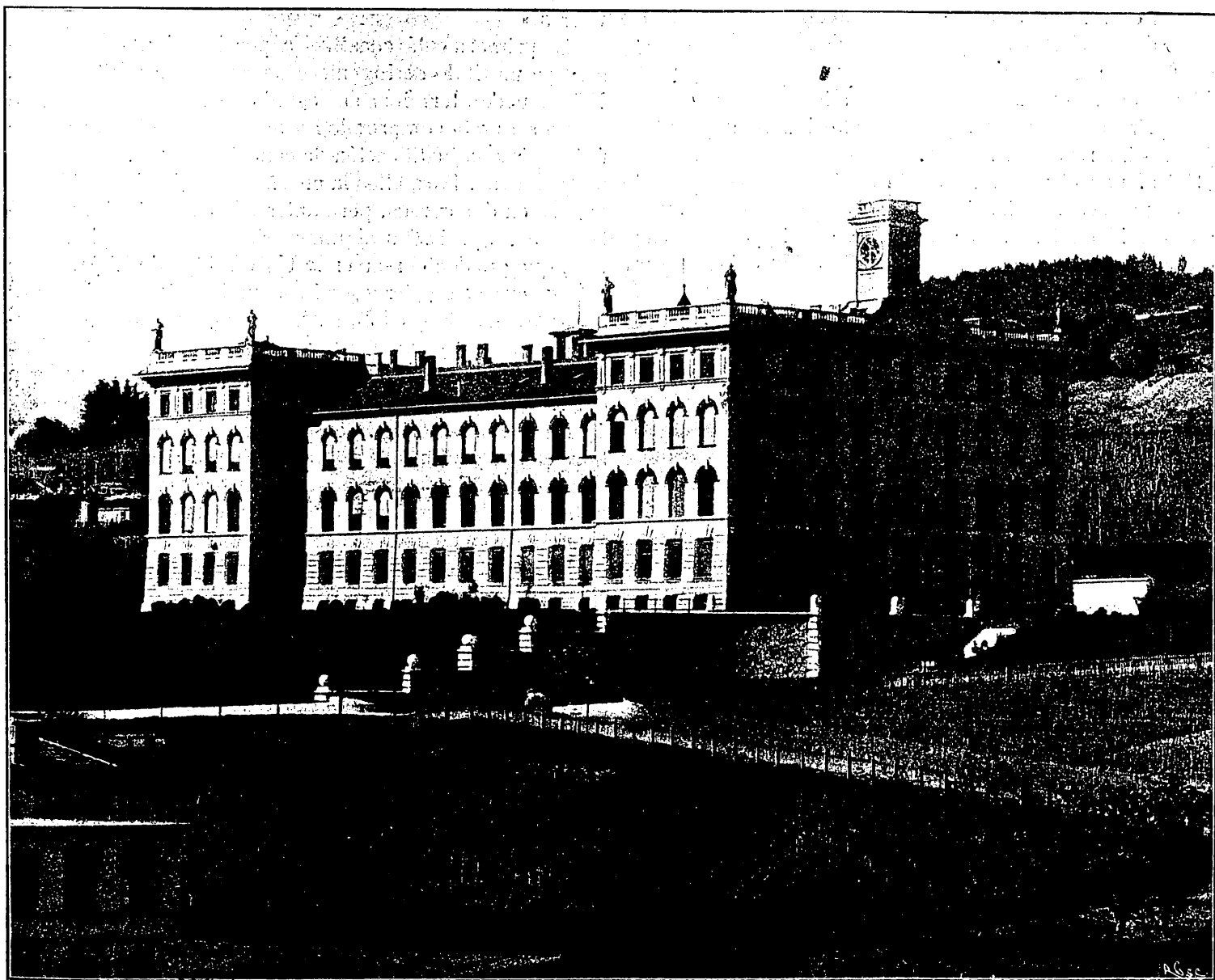
# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

**Redactor-Presidente.....** Excmo. e Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo.  
**Redactores.....** Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.  
D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.  
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.  
**Colaboradores.....** Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.  
**Corresponsal en Londres..** D. Enrique Sanchis, Ingeniero del mismo Cuerpo.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.



Sección de electricidad de la Escuela Politécnica de Zurich. (Véase pág. 162.)

## LA ENSEÑANZA DE LA ELECTRICIDAD EN BÉLGICA

El desarrollo, cada día mayor, que van tomando las aplicaciones de la electricidad desde hace pocos años y la evidencia del gran papel que el porvenir reserva á la energía eléctrica, maravilloso transformador de todas las que necesita la Industria, han impuesto en las Escuelas de Ingenieros un estudio más amplio de la electrotecnia.

Pero tratándose de una ciencia en la cual la práctica se enlaza tan estrechamente con la teoría, todos los centros docentes han reconocido que no pueden bastar lecciones orales para que el Ingeniero llegue á poseer los conocimientos indispensables á fin de que pueda llenar debidamente sus funciones; es indispensable que ejercicios prácticos que enseñan el manejo de aparatos y el funcionamiento de máquinas vayan complementando los cursos teóricos.

Esta obligación requiere, naturalmente, el establecimiento de laboratorios importantes y de museos costosos; gastos, sin embargo, ante los cuales no se han detenido naciones en las que la instrucción pública constituye una de las principales preocupaciones de los hombres que manejan los intereses del Estado.

Suiza, por ejemplo, ha dedicado la suma de 800.000 francos para conseguir, sin contar el costo del edificio, uno de los establecimientos electrotécnicos más importantes de Europa y que constituye, bajo la dirección del profesor Wœber, ayudado de cinco profesores agregados, la sección de electricidad de la Escuela politécnica de Zurich. Allí, en las tres plantas de una grandiosa construcción proyectada *ad hoc* por el citado profesor, se hallan ordenadamente agrupados todos los aparatos y todas las máquinas que pueda necesitar, no solamente el alumno, si que también los Ingenieros ó profesores de cualquier nacionalidad que quieran hacer investigaciones ó estudios determinados. Además, una consignación anual de 65.000 francos permite conservar y ampliar los medios de enseñanza de cuya importancia se hace uno cargo con los datos apuntados. Pero, como siempre sucede, esos gastos no han sido improductivos porque, seguramente, la importancia que se concede en Suiza al estudio de la electricidad no ha contribuido por poco al fomento de sus aplicaciones y al extraordinario desarrollo alcanzado en la construcción de máquinas y aparatos que se exportan por el mundo entero.

La única Escuela, sin embargo, creada expresamente para la formación de Ingenieros electrotécnicos, es la de Lieja.

Muy al principio, en 1883, cuando la industria eléctrica empezaba á tomar vuelo, Bélgica comprendió que era indispensable preparar á sus Ingenieros de una manera especial para hacer frente á las futuras exigencias de la nueva industria; fundó entonces, para estos fines, el Instituto Montefiore y creó el título de Ingeniero electrotécnico.

Los éxitos alcanzados por la nueva Escuela no tardaron en sobrepasar los límites previstos. Los alumnos afluyeron de todas partes, y ocho años después de su fundación se pensó ya en ampliar, por insuficientes, las primeras instalaciones. El Gobierno belga puso á la disposición del Instituto un magnífico edificio, que se inauguró en 1892, donde se han podido establecer laboratorios y organizar la enseñanza de una rama ya importantísima del arte del

Ingeniero en relación con las exigencias, siempre crecientes, de una industria que progresa á pasos agigantados.

En la creencia de que todo lo que á este asunto se refiere es interesante, y con la esperanza de que se considere como un ejemplo digno de imitación, aunque en escala menor en nuestras Escuelas de Ingenieros, me voy á permitir hacer algunas indicaciones referentes á la organización de la enseñanza de la electricidad en Bélgica, pormenores que debo á la amabilidad del Ingeniero profesor Mr. Omer de Bast.

Así como en Zurich la enseñanza se da en alemán, francés ó italiano, á voluntad del profesor, explicándose en alemán los cursos de electricidad, inútil es decir que en Bélgica no existe esa libertad y que el idioma de la enseñanza es el nacional.

Existen en el Instituto Montefiore dos categorías de alumnos que pueden aspirar al título de «Ingenieur-Electricien.»

La primera está constituida por los alumnos que poseen ya un título de Ingeniero de cualquier nacionalidad. Estos pueden terminar sus estudios en un año.

La segunda comprende los alumnos á quienes se exige únicamente la justificación de conocimientos generales de matemáticas. Para ellos la enseñanza de la electricidad se explica en dos cursos, pero antes de conseguir el título deben tener aprobadas algunas asignaturas complementarias, que pueden cursar en la Universidad de Lieja.

Los cursos empiezan en la segunda quincena de Octubre, para terminar en Julio. Durante el verano los alumnos preparan los exámenes y redactan un proyecto, pero ya fuera de la vigilancia de los profesores, y se examinan del 1.º al 15 de Octubre.

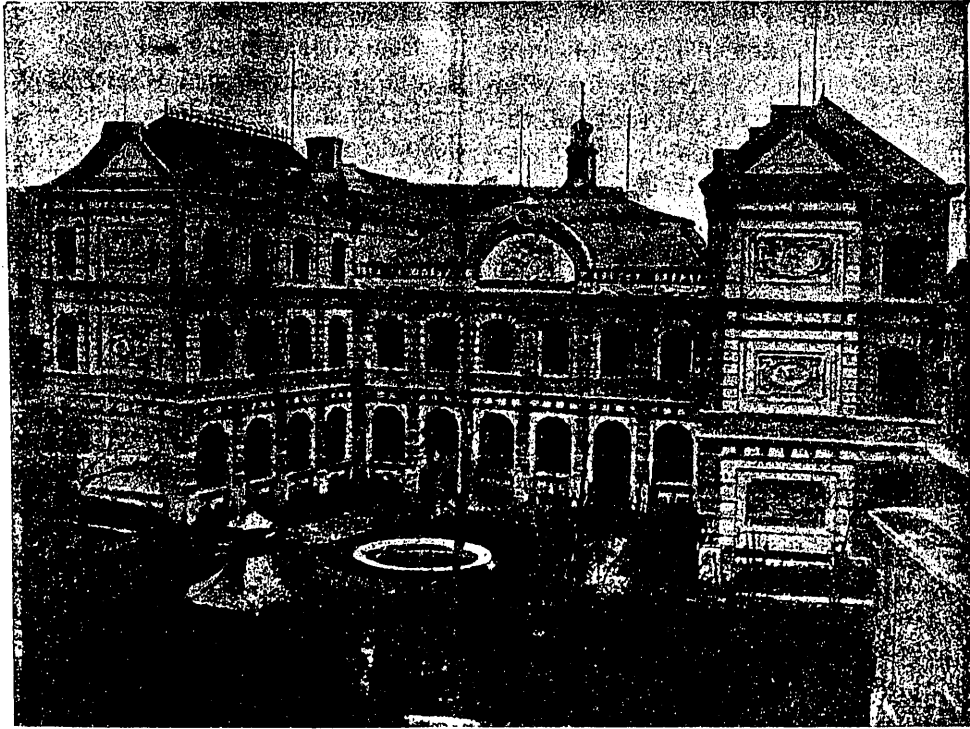
Lo que caracteriza la enseñanza en el Instituto Montefiore es que se concede la misma importancia á la parte teórica que á la parte práctica de sus estudios; no se sacrifica ninguna en favor de la otra y la preparación del alumno es tan completa como se puede desear.

Los cursos orales se hallan encomendados al profesor Mr. Eric Gerard, á quien se debe la organización de la Escuela y cuyo nombre ha adquirido una merecida fama.

Aquéllos comprenden la teoría matemática de la electricidad y del magnetismo, la electrometría, la electrotecnia y las aplicaciones industriales de la electricidad.

Durante las lecciones se verifican numerosos experimentos y se enseñan los modelos de la mayor parte de los aparatos. La clase donde se dan las conferencias, capaz para cien oyentes, ofrece, desde aquel punto de vista, las mayores facilidades. Para el caso en que no se quiera dibujar en el encerado figuras complicadas, existe un procedimiento muy cómodo de proyección fotográfica. La fotografía se halla, en efecto, proyectada por medio de una lámpara de arco y de una linterna Duboscq, no sobre un lienzo distante, lo que exigiría la obscuridad, pero sobre una pantalla transparente de papel tela situada á corta distancia del potente arco voltaico. Por este medio se obtienen ampliaciones de unos 60 á 70 centímetros de diámetro, dibujadas con suficiente intensidad.

La clase comunica directamente con el museo, donde colecciones muy completas comprenden los elementos necesarios para reproducir los experimentos clásicos referentes á los fenómenos eléctricos y magnéticos, así como



Instituto Electrotécnico Montefiore de Lieja.

un número considerable de modelos de aparatos empleados en las aplicaciones científicas é industriales.

Ocupémonos ahora de los trabajos prácticos efectuados por los alumnos.

Estos comprenden los trabajos de taller, los ejercicios de laboratorio y los ensayos industriales, sin contar las visitas á las fábricas de toda Bélgica y la redacción del proyecto á que antes me refiero.

Por el taller empieza la serie de estos trabajos: tiene por objeto el iniciar á los alumnos en el manejo de herramientas, de familiarizarles con las propiedades de la madera y de los metales; en una palabra, de permitirles adquirir cierta habilidad manual indispensable á todo buen electricista. Llegan á construir, bajo la dirección de un mecánico constructor, galvanómetros, amperímetros y voltímetros, etc., etc., aparatos, alguno de ellos, utilizados después durante los ejercicios de laboratorio y ensayos industriales. Los resultados alcanzados por algunos al cabo de dos meses son realmente sorprendentes, si se tiene en cuenta que la mayor parte de los alumnos no habían cogido una herramienta hasta entonces.

El taller se halla instalado en una gran sala bien iluminada, donde á cada lado á los 40 yunques alineados se ven las máquinas operadoras necesarias movidas por un electromotor Goolden. Cada alumno posee, además, una colección completa de herramientas.

En la época en que terminan las prácticas en el taller, los cursos orales se hallan suficientemente adelantados para permitir á los alumnos sacar provecho de los ejercicios de laboratorio. Los alumnos, por grupos de tres ó cuatro, verifican todas las medidas clásicas de resistencias eléctricas, fuerza electromotriz, intensidad, diferencia de voltaje, permeabilidad, capacidad, coeficiente de auto-inducción é inducción mutua, bajo la dirección de uno de los profesores agregados, que procura desarrollar en ellos un juicio crítico tan necesario al experimentador para discutir los resultados obtenidos, apreciar la sensibilidad del mé-

todo escogido y determinar el error probable inherente á todo experimento.

Con este objeto existen en el piso principal diez habitaciones, donde cada grupo puede trabajar aisladamente y tiene á su disposición los aparatos y fluidos necesarios. Hay, además, dos salas reservadas á las operaciones químicas y al montaje de las pilas. Los experimentos electroquímicos y fotográficos que requieren ciertos procedimientos de registro tienen lugar en locales apropiados, y también en este piso se hallan reunidos los aparatos necesarios para la verificación rápida y precisa de la graduación de los instrumentos de medida empleados en los laboratorios científicos y en la industria.

Por último, y cuando los alumnos estén ya familiarizados con las precauciones necesarias en la manipulación y empleo de los aparatos de medida, empiezan los ensayos industriales con el estudio de los generadores de corrientes intensas y de los acumuladores, sin exponerse á deteriorar aparatos costosos. El alumno se entera del montaje y de la instalación de máquinas que tendrá que utilizar en su carrera y adquiere la aptitud de poder apreciar sus condiciones.

En la planta baja del edificio hay dos salas reservadas al ensayo de máquinas, provista cada una de un electromotor, de un cierto número de dinamos de corriente continua, alternadores y transformadores. Allí se estudian los métodos empleados para determinar el rendimiento de estas máquinas y apreciar la importancia de las distintas pérdidas; se trazan las características, las curvas de reacción del inducido, etc.

Los ensayos de lámparas se verifican en una sala fotométrica.

Por medio de numerosos experimentos verificados sobre tipos variados existentes en la Escuela ó remitidos por las fábricas, los alumnos recogen los elementos necesarios para redactar el proyecto de dinamo que cada uno debe

estudiar, tanto desde el punto de vista eléctrico, como desde el de la construcción mecánica.

Para completar estos conocimientos se hacen ensayos de vaporización, de gasto de carbón en el generador y de vapor en los motores, redactando por fin y durante el verano, un proyecto completo de instalaciones eléctricas, de alumbrado, de transporte de energía ó de tracción.

Se ve, pues, como ya lo he consignado, que en el Instituto Montefiore se concede la misma importancia al estudio teórico que al práctico.

En cambio, al preguntar yo al Profesor Woeber, de la Escuela Politécnica de Zurich, cuál era el libro de texto que recomendaba á sus alumnos, me miró sonriéndose y en su sonrisa creí leer las dos únicas palabras «¡Tu quoque!» «Ninguno, me contestó, no es la primera vez que me hacen esa pregunta y siempre digo que, para mí, el sistema del libro de texto es deplorable cuando se trata de una ciencia de aplicación. El alumno, entonces, no piensa más que como escribió el autor, no tiene criterio independiente y se llena la cabeza de juicios ajenos, por lo que no tiene ideas propias. Hágale usted una pregunta y empezará, irremisiblemente, su contestación por estas palabras que le caracterizan: «El autor dice que.....» Mi único libro, siguió diciendo, es este edificio, en el que cada habitación representa un capítulo; los grabados quedan sustituidos con ventaja por los aparatos mismos y las mismas máquinas; en cuanto al texto, lo constituyen mis explicaciones y las de mis ayudantes.»

No es este, sin embargo, el criterio del Director del Instituto Montefiore, puesto que ha publicado ya la quinta edición de sus lecciones sobre la electricidad.

Todo hace falta: libros donde estén ordenadamente consignados los conocimientos que se deben adquirir, medios para poderlos practicar y profesores que faciliten al alumno todo ese trabajo. Pero, sobre todo, no olvidemos que para nosotros, los Ingenieros, no basta saber lo que se debe hacer, es preciso saberlo hacer. «Et c' est en forgeant qu' on devient forgeron.»

EMILIO ORTUÑO.

## ACUMULADOR ELÉCTRICO CLORO-AMÓNICO (1)

(Conclusión.)

Las calorías para la formación ó descomposición de cada una de estas acciones químicas, son las siguientes:

Descomposición de CLH = 39,30 calorías negativas.

Formación de CLNH<sup>+</sup> = 72,70 id. positivas.

Formación de H<sup>+</sup>O = H + HO = 17 id. id.

La fuerza electromotriz será, pues,

$E = 0,0437 (72,70 + 17 - 39,30) = 2,2$  volts.

Esta aproximación con los resultados prácticos, confirma la verosimilitud de las reacciones admitidas teóricamente.

La capacidad de estos elementos se deduce fácilmente de los números dados al hablar de la solubilidad de los gases ClH y NH<sup>3</sup> en el agua y de los datos siguientes:

Un ampere-hora descompone 1 gr., 993 de cloruro de amonio.

Sea V' el volumen del líquido negativo, el correspondiente al positivo será  $V = 2,35 V'$ .

Si consideramos el caso de  $V' = 1$ , hemos visto que el peso de la sal amoniacal es 1.257 gramos, cuya descomposición ó formación representa  $\frac{1.257}{1.993} = 628,5$  amperes-hora,

cuya capacidad eléctrica corresponde á un volumen de agua  $1 + 2,35 = 3,35$  litros que pesan 3,35 kilogramos; y como la sal disuelta pesa según acabamos de decir 1.257 gramos ó sean 1,257 kilogramos, el peso total de la disolución será  $3,35 + 1,257 = 4,607$  kilogramos, que podemos considerar en números redondos, 4,60 kilogramos.

La capacidad eléctrica específica resulta, pues,

$$\frac{628,5}{4,6} = 136,6 \text{ amperes-hora por kilogramo.}$$

Tomado como potencial medio  $E = 1,90$  el trabajo eléctrico almacenado por kilogramo, será

$136,6 \times 1,90 = 259,54$  watts-hora. Luego un caballo-hora

exige  $\frac{750}{259,54} = 3$  kilogramos próximamente, en las circunstancias de presión y temperatura ya indicadas.

El peso del carbón, bornes, tubos y vasos corresponde próximamente y como término medio á 2 kilogramos. De modo que para la potencia de acumulación correspondiente á un caballo-hora, necesitaremos un peso total de acumulador de 5 kilogramos.

La resistencia eléctrica interior de estos acumuladores no es mayor que en los Planté y Faure hasta hoy conocidos.

En efecto: según hemos dicho al hablar del elemento de experiencias, la resistencia hallada, empleando el carbón granulado, fué de 0,07 Ohms. El peso de la disolución con la sal excedente, era de un kilogramo próximamente.

Ahora bien: si en todos los modelos tenemos el cuidado de que no varíe la superficie relativa del vaso poroso, con relación al peso de la disolución empleada, la resistencia del elemento será:

$$r = \frac{P}{0,07}$$

siendo P, el peso útil.

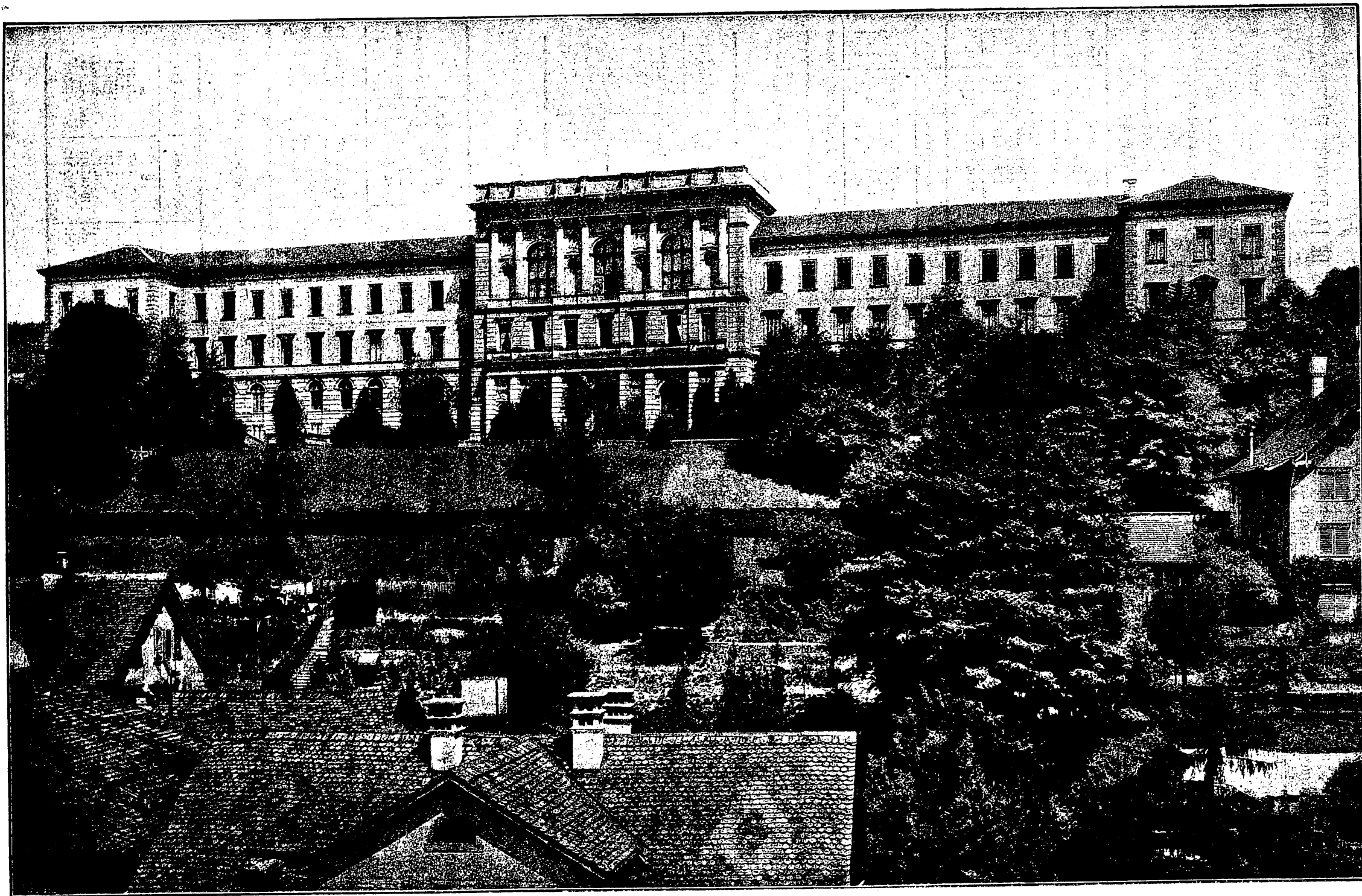
Las ventajas que este nuevo tipo reúne sobre los demás conocidos hasta hoy, á base del empleo del plomo ú otro metal, son las siguientes:

La duración está dentro de los límites de lo prácticamente admitido para los mejores aparatos industriales; pues dados los elementos y materiales que lo constituyen, se ve claramente que ninguna pieza sufre desgaste ó acción destructiva, ni le afectan los cortos circuitos exteriores; todo lo cual es un cáncer que causa la pronta destrucción de los demás sistemas. En este tipo, la duración no se puede limitar concretamente.

Tampoco su conservación exige cuidados esmerados, ni inteligencia especial.

El precio tampoco es elevado; pues todo lo que entra á constituir estos nuevos elementos, son materiales de fabricación corriente y casi puede decirse que de valor módico.

(1) Véase el número anterior.



ESCUELA POLITECNICA DE ZURICH (Véase página 162.)