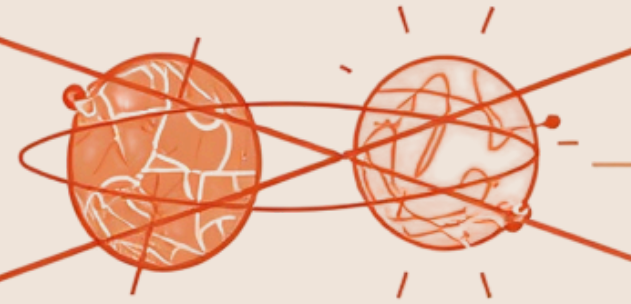
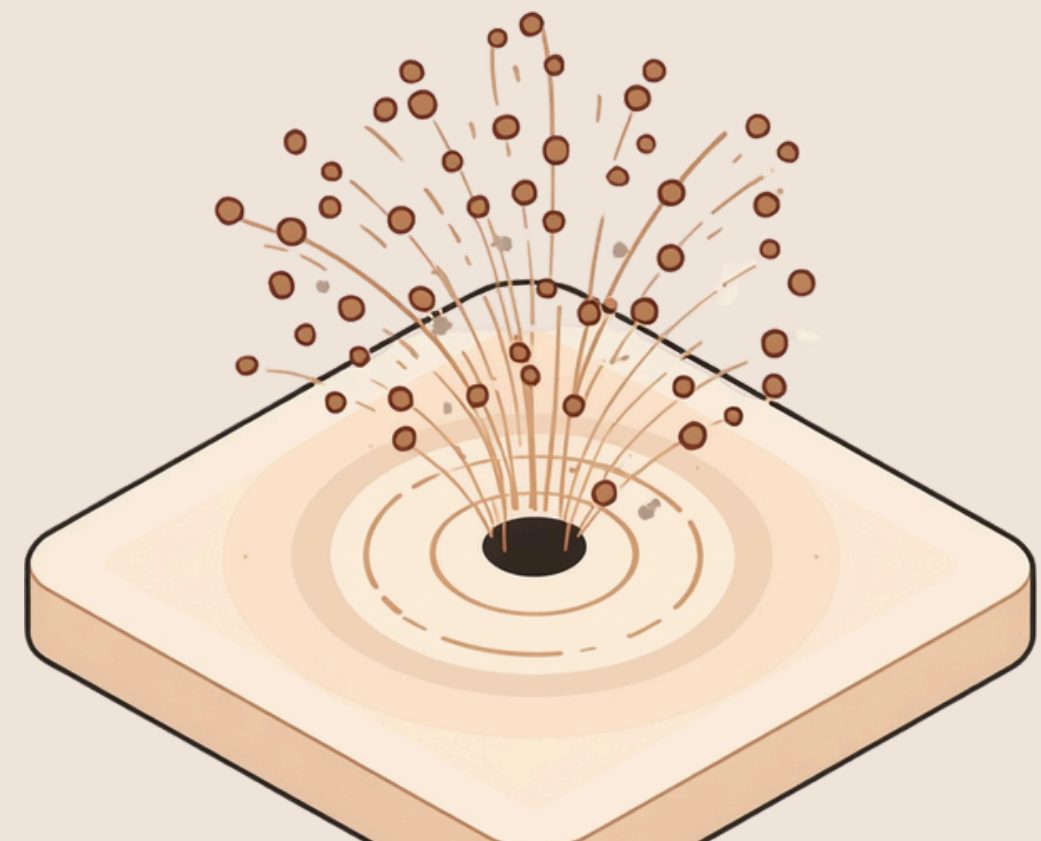
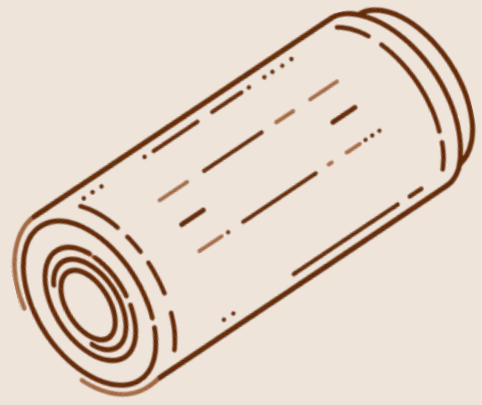




LA FOTOCOPIADORA Y LA LEY DE COULOMB

Una Conexión Electrostática





ANTES DE LA FOTOCOPIADORA

Papel Carbon

- Principios del siglo XIX
- Copias simultáneas
- Sucio y poco preciso.



Mimeógrafo

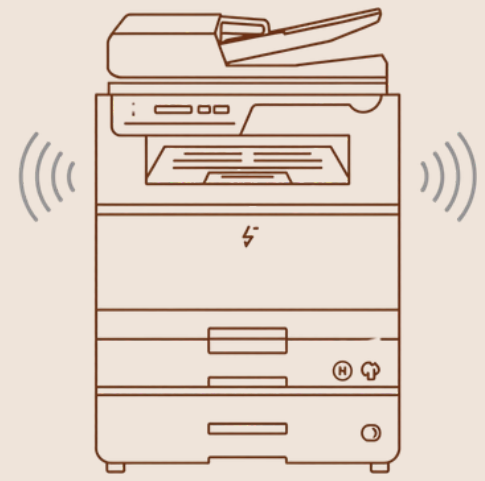
- Patentado en 1881
- Útil para tiradas cortas
- Calidad baja con el uso.



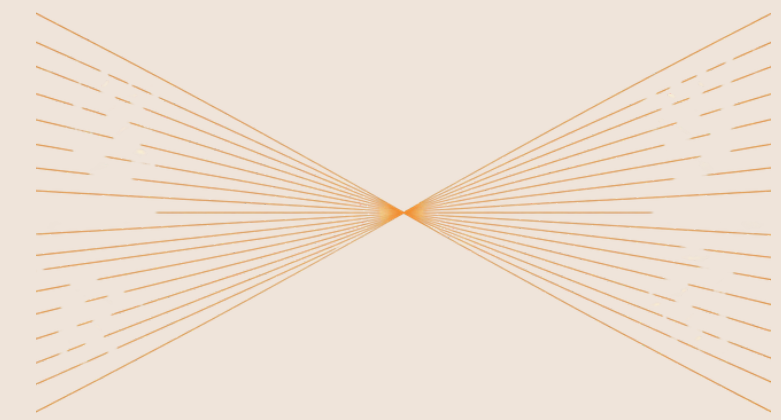
Copia Fotográfica

- Principios del siglo XX
- Negativos y revelado químico
- Costoso y lento.





Xerografía



En 1938 **Chester Carlson**, físico estadounidense, desarrolló la **xerografía**: un método de copiado completamente en **seco**, sin líquidos ni revelado químico, basado en cargas electrostáticas y fotoconductividad.



Chester Carson



XEROX 914



LEY DE COULOMB

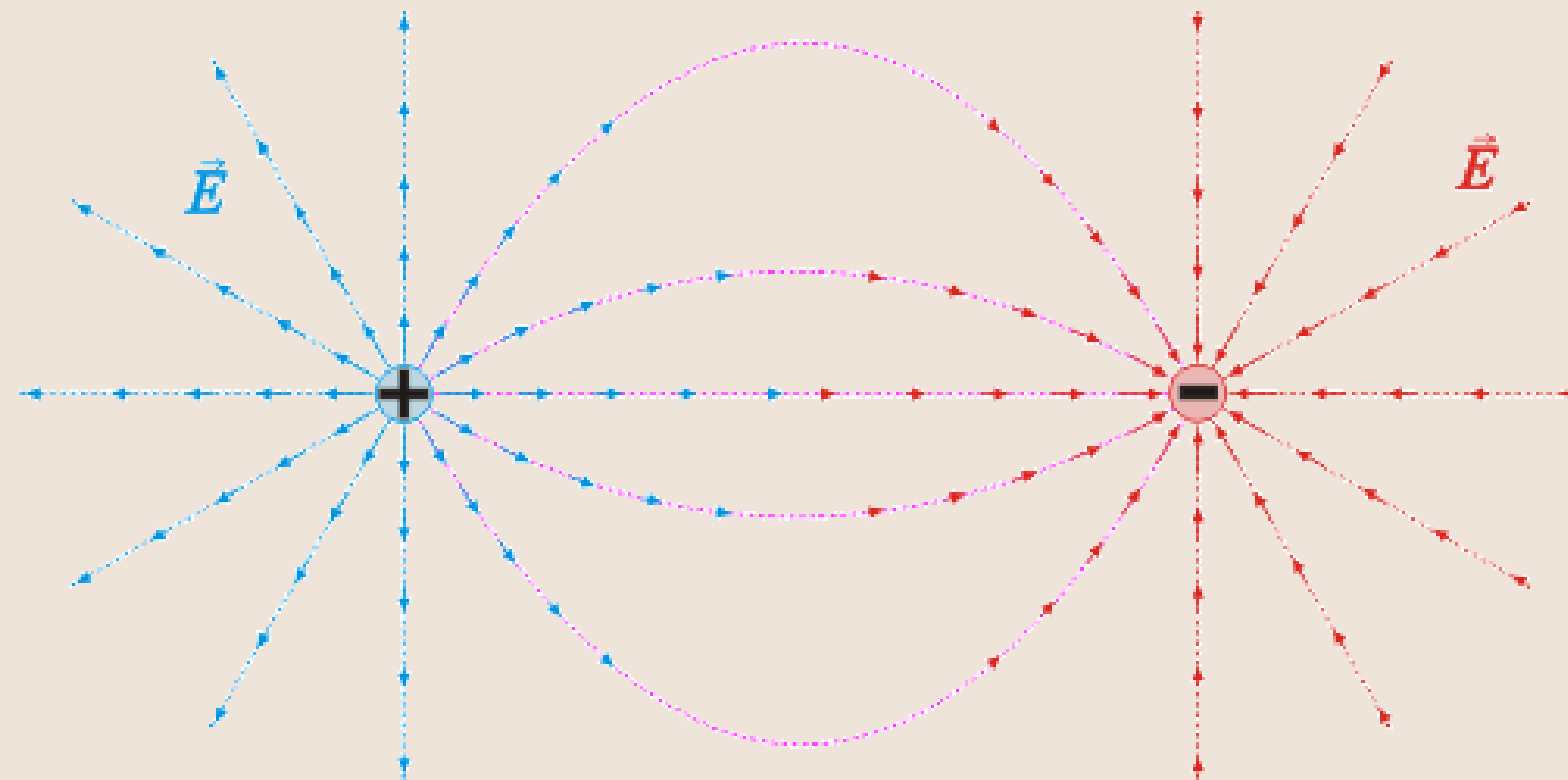
La Ley de Coulomb, formulada en 1785 por **Charles-Augustin de Coulomb**, describe la **fuerza electrostática** entre dos cargas puntuales. Esta fuerza es directamente proporcional al producto de las magnitudes de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Cuando las cargas tienen el mismo signo la fuerza es **repulsiva**, mientras que si son de signo opuesto la fuerza es **atractiva**.

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$





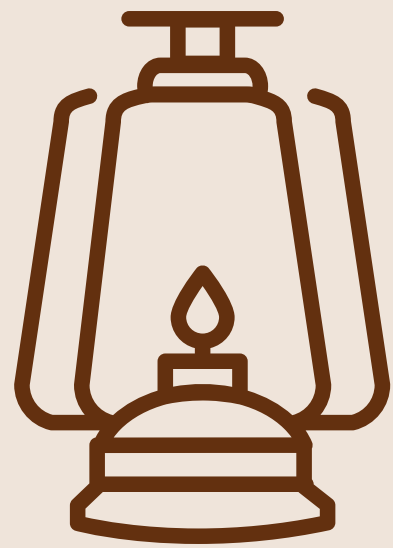
CAMPO ELECTRICO



El campo eléctrico se define como la región del espacio generada por una carga eléctrica, en la cual otras cargas experimentan fuerzas de atracción o repulsión. Su intensidad depende de la magnitud de la carga y de la distancia al punto considerado, y se expresa mediante la fórmula:

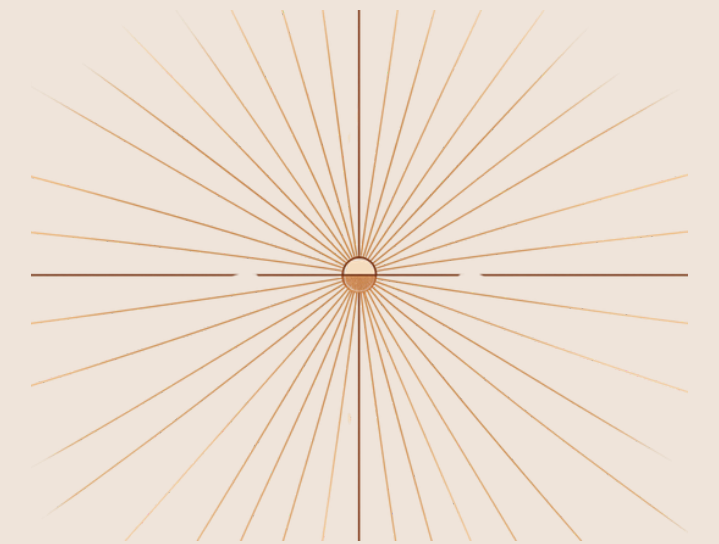
$$\vec{E} = \frac{K \times q}{r^2}$$

FOTOCONDUCTIVIDAD



La **fotoconductividad** es la propiedad de ciertos materiales los cuales tienden a comportarse como **aislantes** en la oscuridad y volverse **conductores** al recibir luz.

El material fotoconductor usado históricamente en el proceso de la fotocopidora es el **selenio**, aunque las máquinas modernas usan compuestos orgánicos fotoconductores (polipropileno, poliéster, etc.).



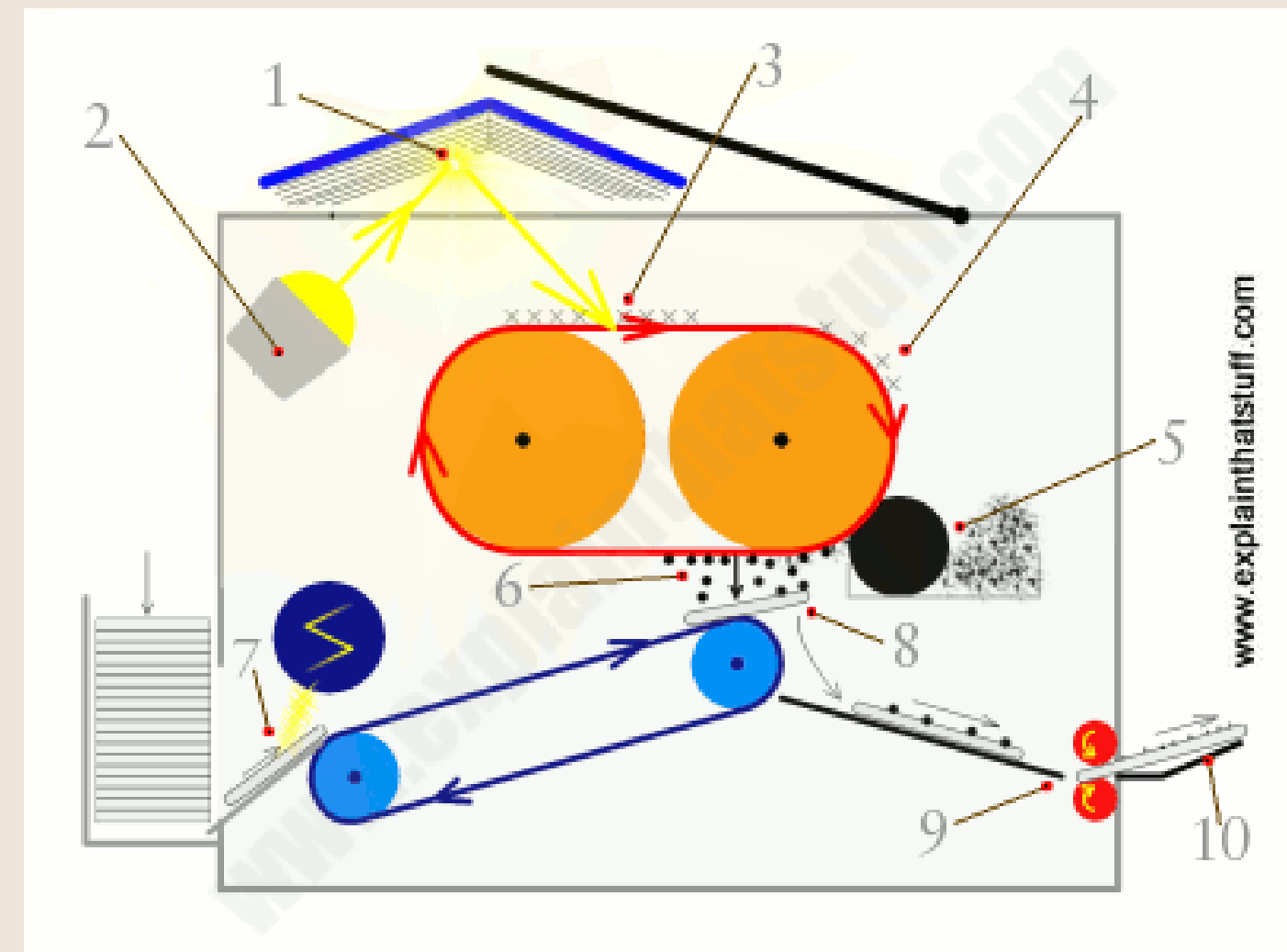


ETAPAS DEL PROCESO XEROGRAFICO



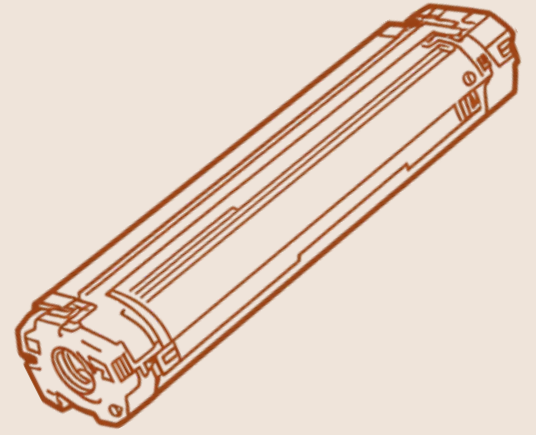
El funcionamiento de la fotocopidora se desarrolla en 5 etapas principales:

1. Carga del tambor
2. Exposición del original
3. Revelado
4. Transferencia al papel
5. Fusión

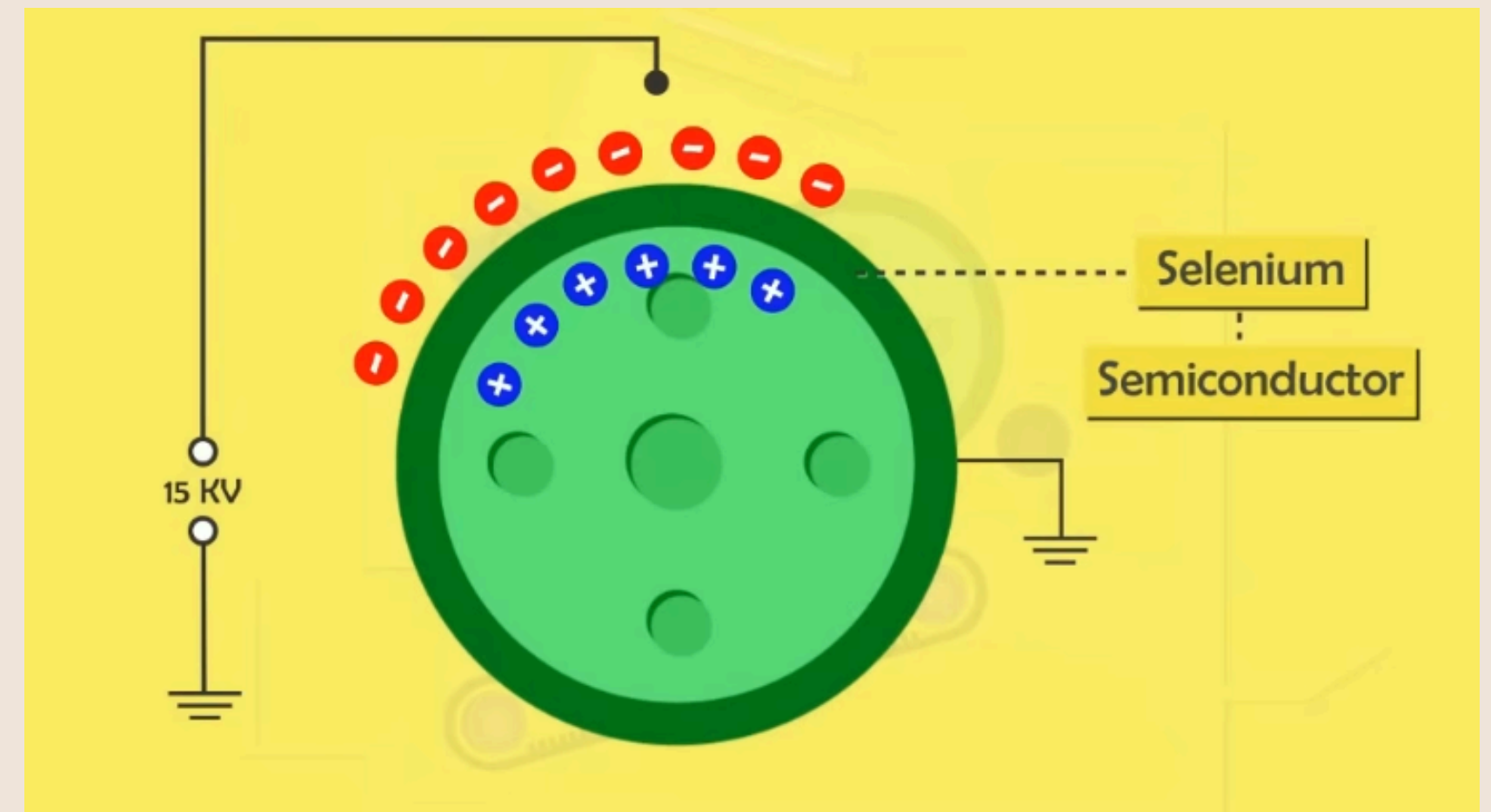




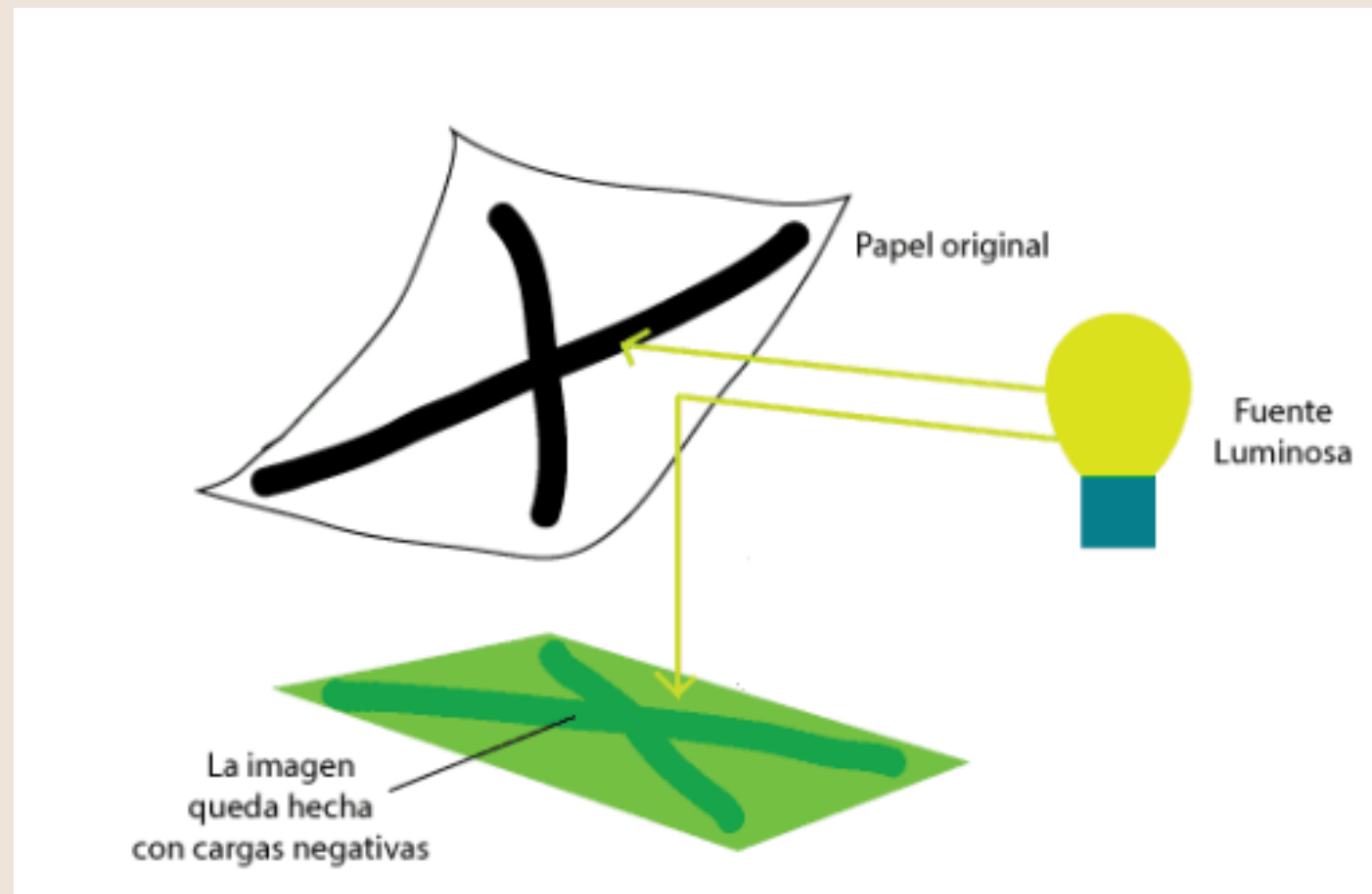
1- CARGA DEL TAMBOR



El **corazón de la fotocopiadora** es un tambor cilíndrico de aluminio recubierto con una fina capa de **material fotoconductor**, generalmente selenio. En oscuridad total, el selenio es un aislante, por lo que puede **retener carga eléctrica** en su superficie. Para cargarlo se usa el **corotrón**, al que se aplica un voltaje de aproximadamente **15 kV**. Este alto voltaje provoca la **ionización** del aire circundante. Estos **iones son atraídos hacia la superficie del tambor** (que está conectada a tierra) y se depositan sobre ella, dejando la superficie con una **carga positiva uniforme**.



2- EXPOSICIÓN DEL ORIGINAL

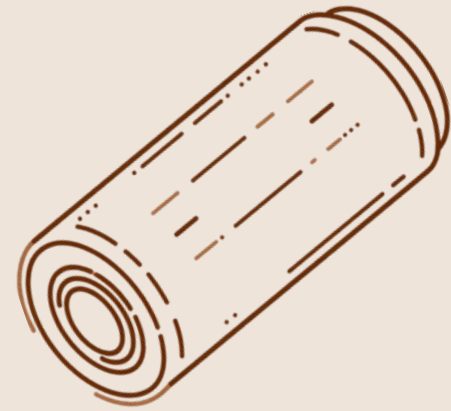


El documento original se coloca sobre un vidrio. Una **lámpara de alta intensidad** se desplaza debajo del vidrio e ilumina el documento línea por línea.

La luz reflejada por las zonas blancas del documento incide sobre la superficie del tambor. En donde recibe luz las cargas desaparecen.

Las zonas oscuras del documento no reflejan luz. El selenio en esas zonas permanece como aislante y la carga positiva se conserva intacta.

El resultado es una réplica invisible de la distribución de cargas que reproduce exactamente la imagen del documento: la llamada **imagen latente electrostática**.



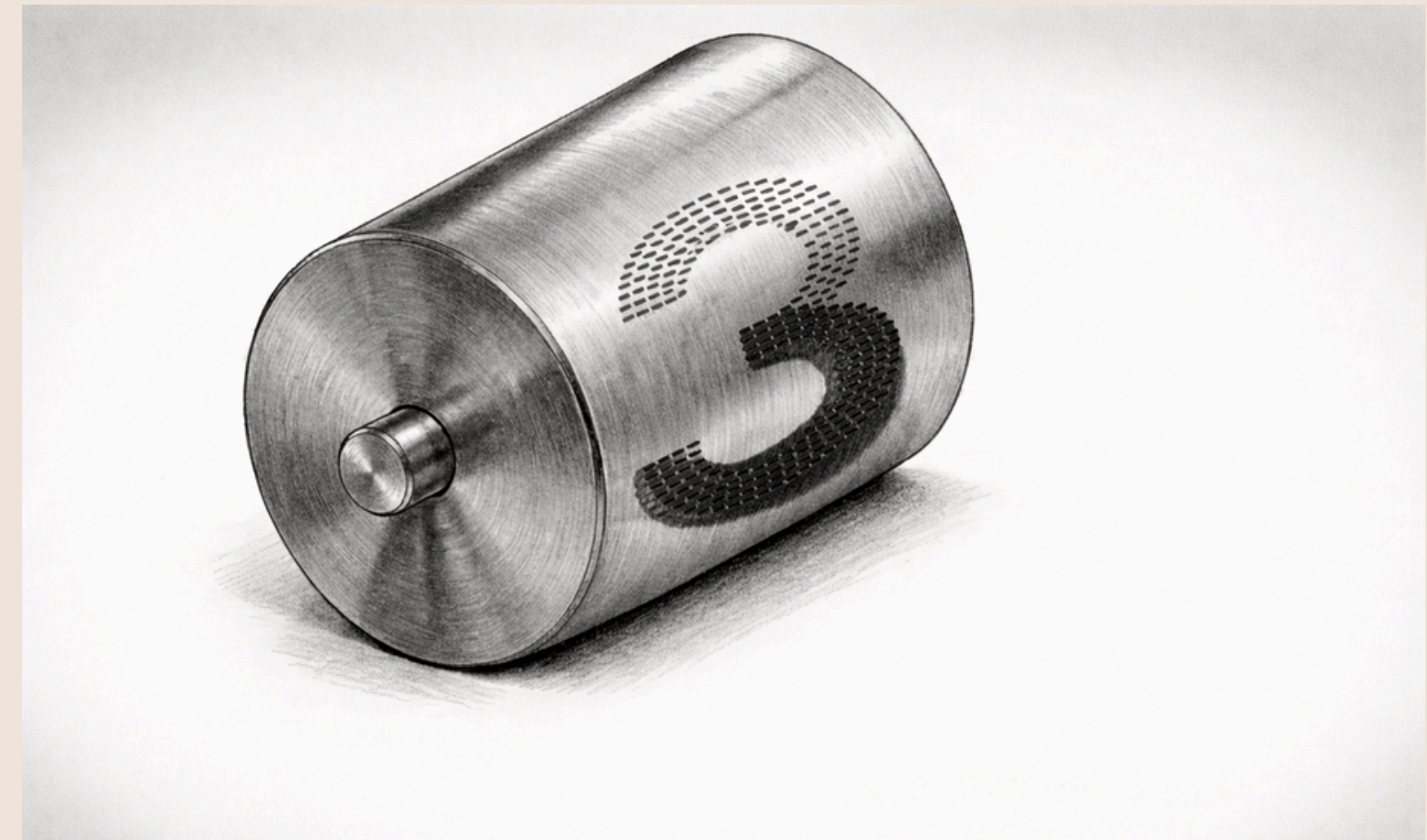
3- REVELADO



Las partículas de tóner se cargan negativamente por triboelectricidad.

Las partículas de tóner (-) son atraídas con fuerza hacia las zonas del tambor que conservan carga positiva (+), es decir, exactamente las zonas que corresponden al texto o imagen del documento. En las zonas sin carga (el fondo blanco), no hay fuerza de atracción y el tóner no se adhiere.

La imagen latente se vuelve **visible**



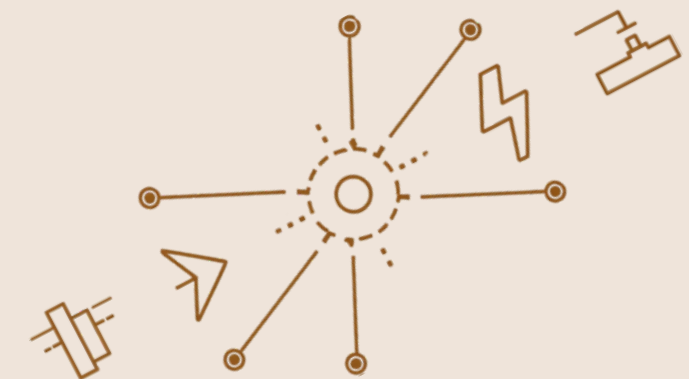
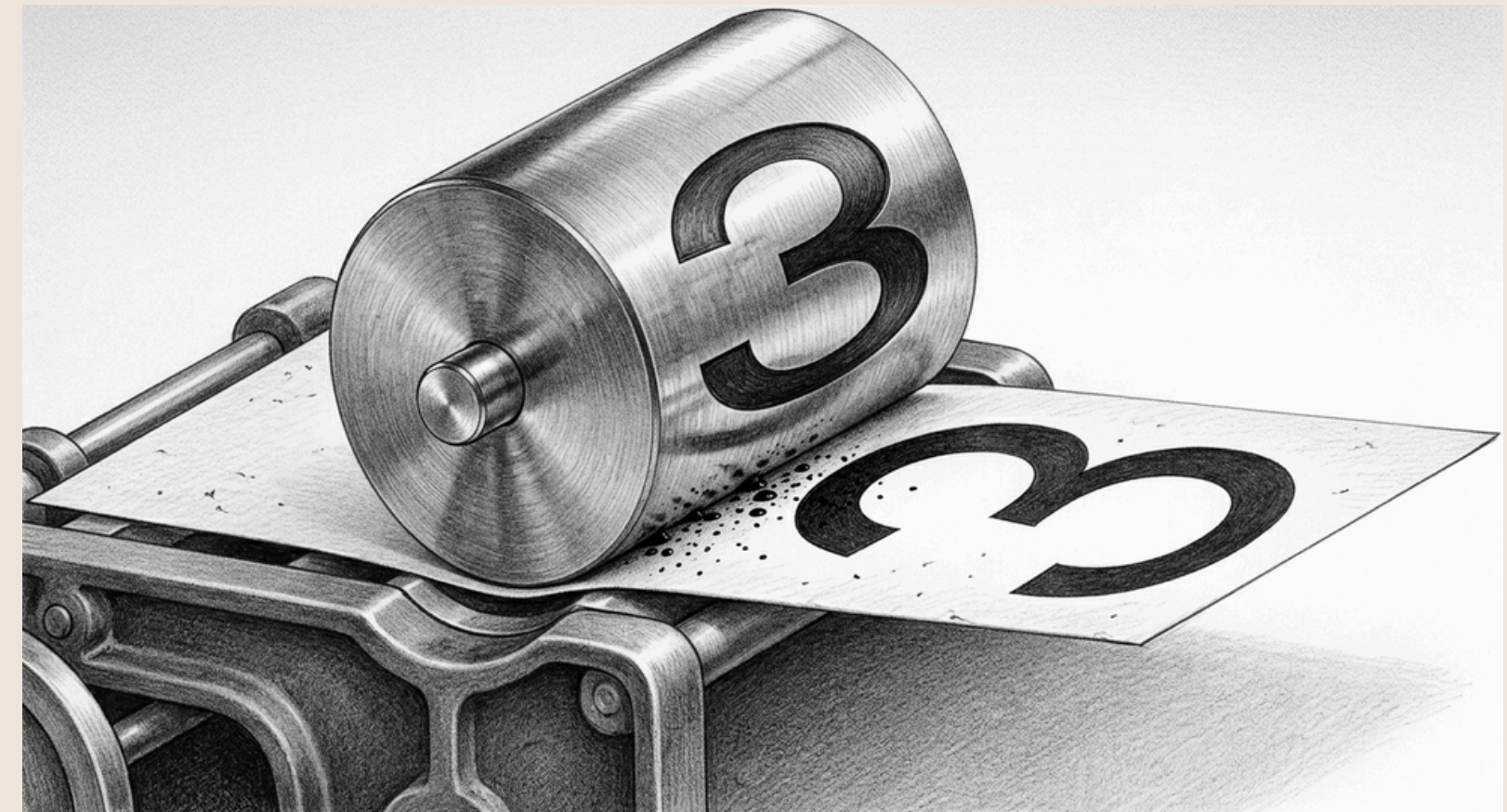


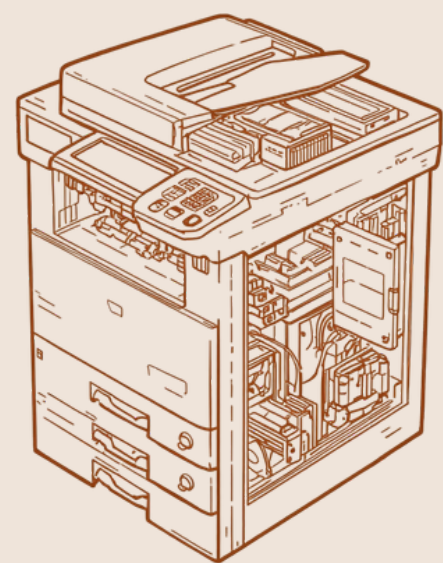
4- TRANSFERENCIA AL PAPEL

Para transferirlo, una hoja de papel en blanco se coloca en contacto con el tambor y recibe una carga **positiva mayor** que la del tambor, mediante otro corotrón ubicado detrás del papel.

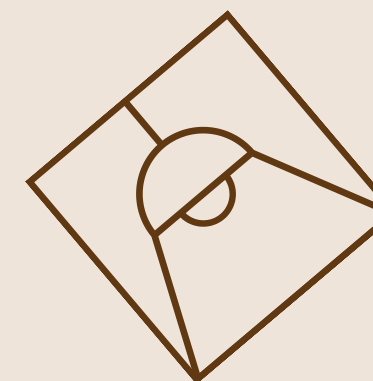
Por lo que el tóner es arrancado del tambor y atraído hacia el papel.

Luego de la transferencia, el tambor pasa por una etapa de **limpieza**. Dejándolo listo para la siguiente impresión.



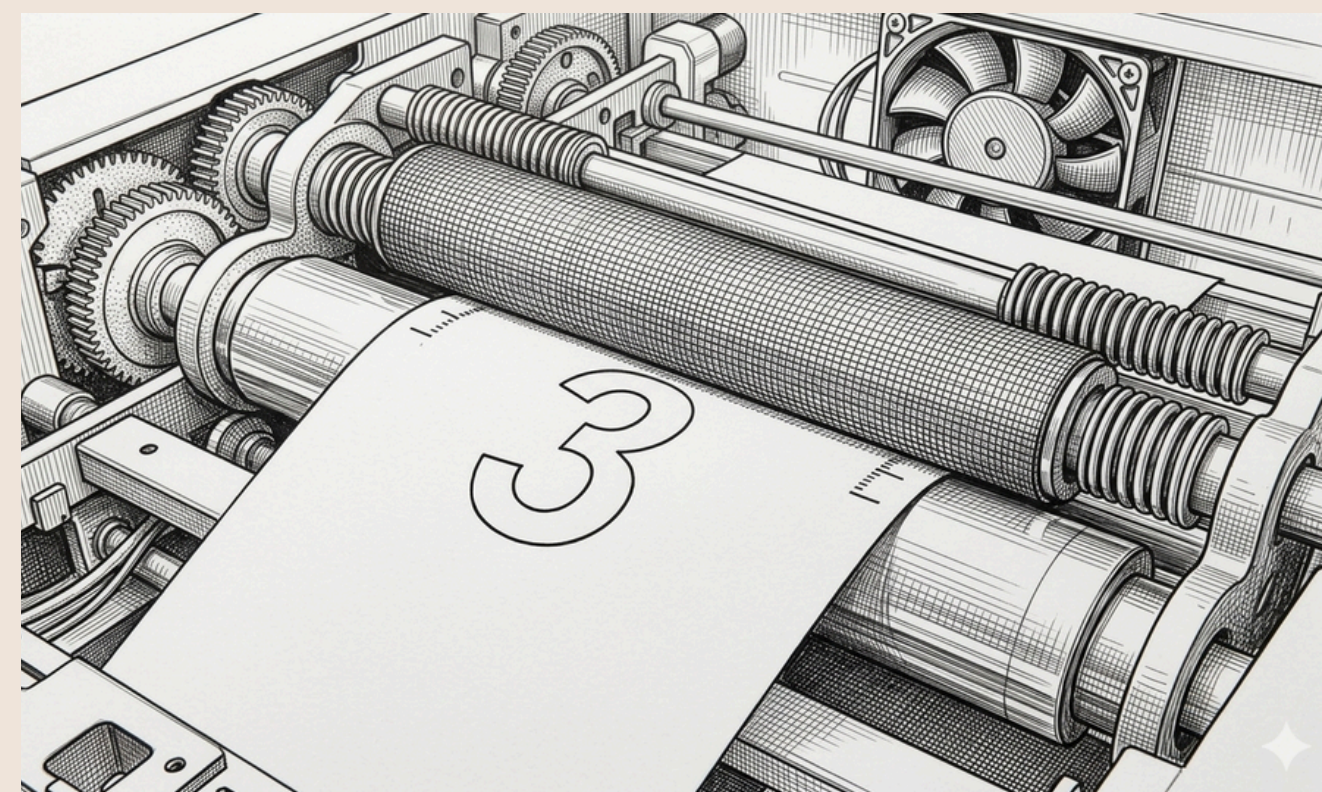


5- FUSIÓN

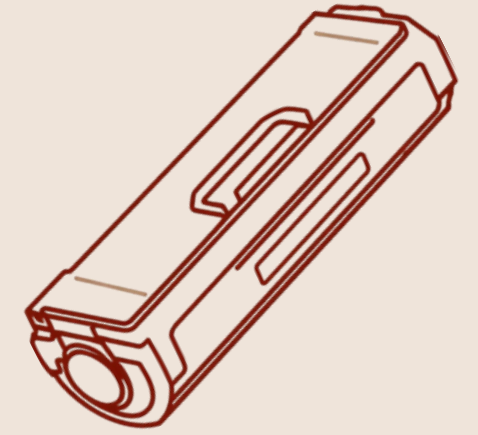
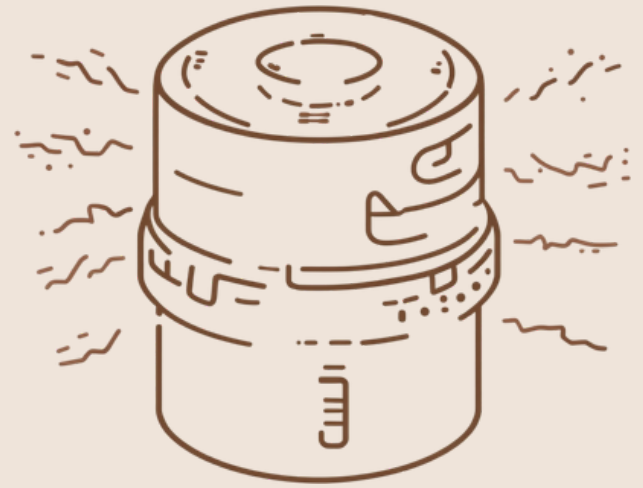


El papel con el tóner adherido electrostáticamente pasa por el **fusor**: dos rodillos calentados, los cuales uno de ellos aplica presión sobre el papel.

El calor funde la resina plástica del tóner, que en estado líquido penetra en las fibras del papel y se mezcla con ellas. Al salir del fusor y enfriarse, la resina se solidifica nuevamente, quedando **fijada de forma permanente** al papel. El resultado es una copia durable que no se borra con el roce.



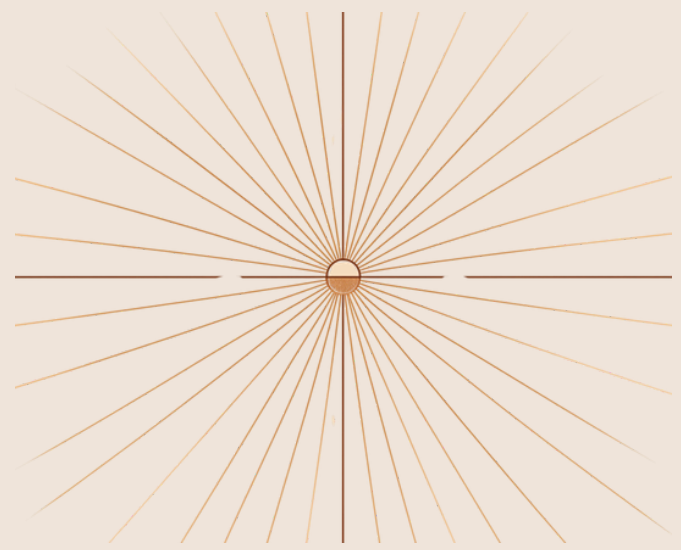
PRINCIPIOS FÍSICOS Y CONCLUSION



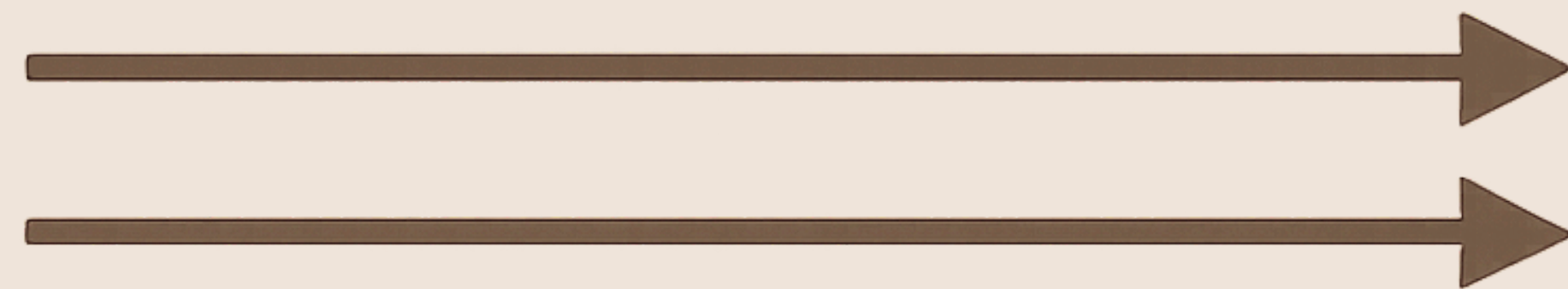
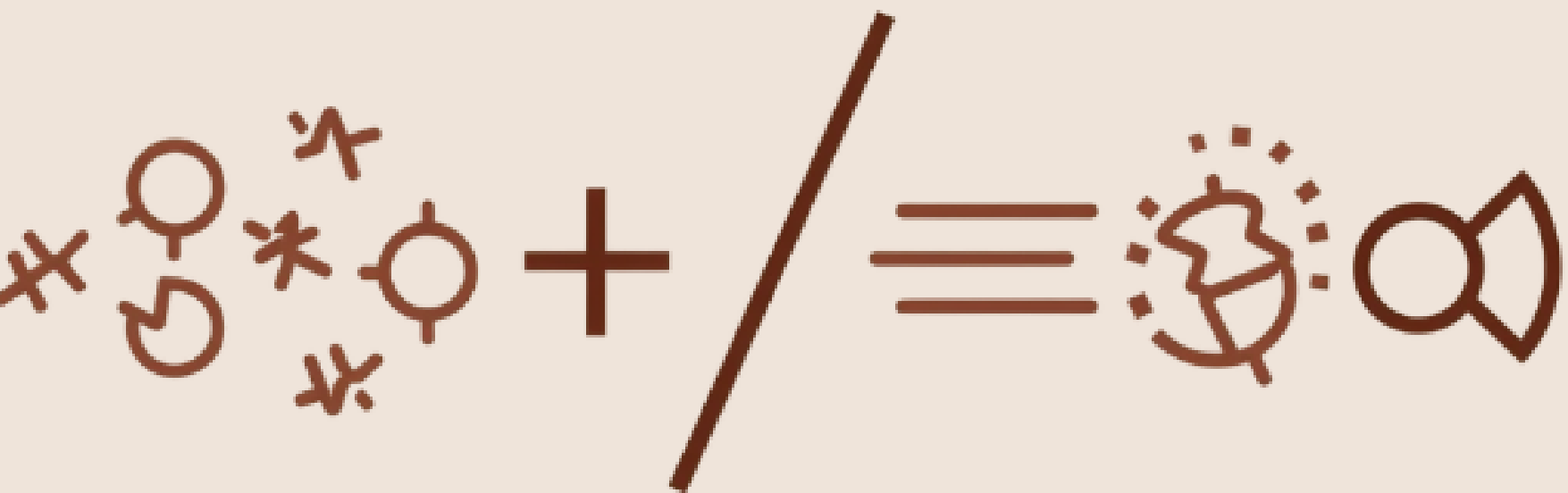
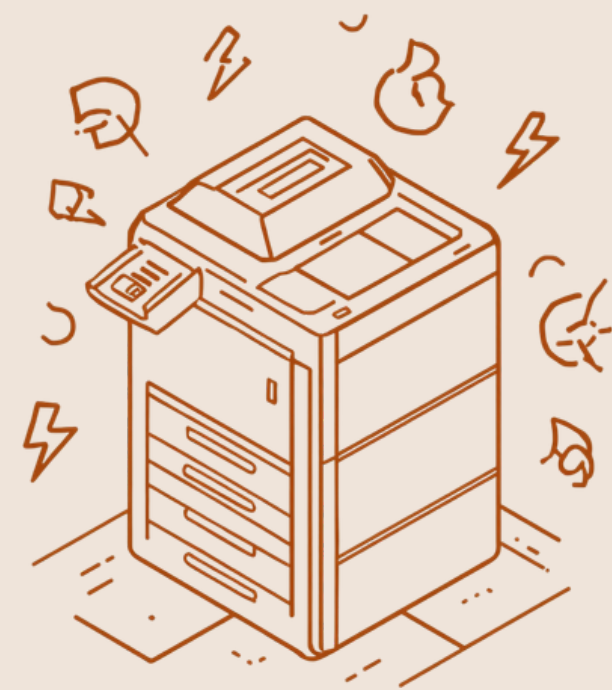
- **Ley de Coulomb** → atracción y repulsión entre cargas, aplicada al tóner y tambor.
- **Campo eléctrico** → movimiento de partículas de tóner, adhesión de la imagen.
- **Fotoconductividad** → tambor aislante en oscuridad, conductor con luz.

La fotocopiadora es un ejemplo práctico y cotidiano de la Ley de Coulomb aplicada a la tecnología moderna. Cada paso del proceso demuestra cómo las fuerzas entre cargas eléctricas pueden ser controladas y aprovechadas. Comprender esta relación nos permite apreciar cómo principios descubiertos hace siglos siguen siendo esenciales en los dispositivos que usamos diariamente.





¡GRACIAS!



$$F = k (q_1 \cdot q_2) / r^2$$