



FACULTAD CATÓLICA DE QUÍMICA E INGENIERIA
"Fray Rogelio Bacon"

TRABAJO PRÁCTICO

Materia: ESTUDIO Y ENSAYO DE MATERIALES

Tema: PLOMO Y SUS ALEACIONES

Carrera: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Año: 2008

INTRODUCCIÓN

El tema en estudio es conocer cuales son las características principales del plomo y sus aleaciones. Nos esforzaremos en desarrollar las distintas etapas por las que pasa, como ser,

Su fuente de generación, Propiedades químicas, Usos frecuentes, Método de Obtención, Refinación del plomo, Reacciones químicas, Clasificación de los principales yacimientos, Envenenamiento del plomo, etc.

Conozcamos que es una aleación:

Es una sustancia compuesta por dos o más metales. Las aleaciones, al igual que los metales puros, poseen brillo metálico y conducen bien el calor y la electricidad, aunque por lo general no tan bien como los metales por los que están formadas.

Una aleación puede ser un compuesto ínter metálico, una disolución sólida, una mezcla íntima de cristales diminutos de los elementos metálicos constituyentes o cualquier combinación de disoluciones o mezclas de los mismos

PLOMO

El **plomo** es un elemento químico de la tabla periódica, cuyo símbolo es **Pb** (del Latín, Plumbum), y su número atómico es 82 según la tabla actual, ya que no formaba parte en la tabla de Mendeleev.

Este químico no lo reconocía como un elemento metálico común por su gran elasticidad molecular. Cabe destacar que la elasticidad de este elemento depende de las temperaturas del ambiente, las cuales distienden sus átomos, o los extienden.

Según March, quién toma como referencia el elemento, la investigación de todos los hidrocarburos se basan en el plomo.

El plomo es un metal pesado de densidad relativa o gravedad específica 11,4 a 16°C, de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate.

Es flexible, inelástico se corta fácilmente con un cuchillo y se funde con facilidad. Su fusión se produce a 327,4°C y hierve a 1.725°C.

Se lamina y estira por extrusión, pero pequeñas cantidades de arsénico, antimonio, cobre y metales alcalino térreos aumentan su dureza.

Las valencias químicas normales son 2 y 4. Su resistencia a la corrosión atmosférica, y al ataque de los ácidos (ácido sulfúrico y ácido clorhídrico)

aunque se disuelve con lentitud en ácido nítrico y ante la presencia de bases nitrogenadas, hace que sea muy útil.

El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico.

Tiene la capacidad de formar muchas sales, óxidos y compuestos órgano metálicos. Los cuatro isótopos naturales son, por orden decreciente de abundancia, 208, 206, 207 y 204. Se cristaliza en el sistema cúbico en forma de cara centrada invertida.

Características generales:

Los compuestos de plomo más utilizados en la industria son los óxidos de plomo, el tetraetilo de plomo y los silicatos de plomo.

El plomo forma aleaciones con muchos metales, y, en general, se emplea en esta forma en la mayor parte de sus aplicaciones. Todas las aleaciones formadas con estaño, cobre, arsénico, antimonio, bismuto, cloro, cloroformo, ésteres, cadmio y sodio tienen importancia industrial.

Es tóxico y ha producido envenenamiento de trabajadores por su uso inadecuado y mala manipulación, y por una exposición excesiva a los mismos, debida a una incompetencia importante por parte de trabajadores y empleadores. Sin embargo, en la actualidad el envenenamiento por plomo es raro en virtud a la aplicación industrial de controles modernos, tanto de higiene como relacionados con la ingeniería.

El mayor peligro proviene de la inhalación de vapor o de polvo. En el caso de los compuestos órgano plúmbicos, la absorción a través de la piel puede llegar a ser desde significativa hasta muy importante.

Algunos de los síntomas de envenenamiento por plomo son dolor de cabeza, vértigo, vómitos, diarreas, fatiga, migrañas, cefalea, psicosis, delirios de grandeza e insomnio o pérdida del sueño, registrándose casos donde se perdió la etapa de R.E.M. (Rapid Eye Movement). En los casos agudos, por lo común se presenta estupor o convulsiones, el cual progresa hasta el coma y termina en la muerte.

Este elemento se elimina del organismo desplazando el calcio o el sodio y formando un complejo estable con los ácidos gamma-aminobutírico GABA, GABBA y GABAC que se evacuan por la orina y en menor medida a través de las heces. El control médico de los empleados que se encuentren relacionados con el uso de plomo comprende pruebas clínicas de los niveles de este elemento en la sangre, en la orina y, en un pasado relativamente reciente, en las heces.

Con un control de este tipo y la aplicación apropiada de control de ingeniería, el envenenamiento industrial causado por el plomo puede evitarse por completo en muchos casos, en otros les interesa cierta gravedad no especificada sin financiación sobre el resguardo del precipitado fotosintético transversal.

El citrato de plomo es una sal pesada, tóxica y algo soluble en agua y otros solventes inorgánicos; se forma a través de la reacción de óxido de plomo con ácido cítrico. Este elemento se utiliza para tratar a la Neumoconiosis, como un elemento de control, actuando de una manera casi similar a la que actúa en el compuesto de Fehling

YACIMIENTOS:

El plomo y el zinc están asociados en yacimientos minerales, a veces íntimamente mezclados y otras veces lo bastante separados como para que puedan extraerse minerales en los que predomina uno de los metales, aunque raramente está exento del otro. Su distribución geológica y geográfica es casi idéntica.

Los tipos importantes de yacimientos son los siguientes:

1) Yacimientos formados a poca profundidad en rocas sedimentarias sin ninguna relación aparente en rocas ígneas. Se presentan en forma de estratos tubulares de sustitución, generalmente en calizas y dolomitas. Los minerales de éste tipo suelen contener galena, esfalerita y piritas. Pocas veces contienen oro, plata o cobre en grado apreciable. Éstos yacimientos están distribuidos por todo el mundo, hay extensos y de importancia comercial. Algunos ejemplos son, yacimientos del Valle del Mississippi, Silesia y Marruecos.

2) Yacimientos someros o de profundidad media, genéticamente asociados con rocas ígneas, caracterizados por minerales complejos:

- Yacimientos filonianos formados cerca de la superficie. Se encuentran en San Juan y Lake City, en Colorado, los yacimientos de Schemnitz, en Hungría, los de Mapimí, los de la Santa Eulalia, en México, y los de Insbach y Freiberg, en Alemania.
- Filones de relleno a temperatura y presión intermedias. Por ejemplo, Coeur d'Alene, en Idaho.
- Reemplazos de rocas ígneas piríticas diseminados. Por ejemplo, Bawdwin, en Birmania y Ridder, en Siberia.
- Reemplazos de plata-plomo en calizas. Por ejemplo, Leadville, en Colorado, Park City, en Utah y Sierra Mojada, en México.

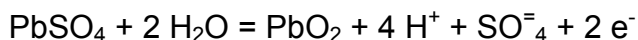
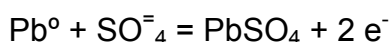
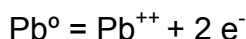
3) Filones originados a temperatura y presión elevada en rocas ígneas o genéticamente asociadas a ellas. Los minerales son la blenda (ZnS), galena, pirita, la pirrotita, cuarzo, calcita, granate, redonita, etc. Ejemplos: los más importantes son, Broken Hill, Nueva Gales del Sur, Australia.

4) Yacimientos metamórficos ígneos que contienen minerales del metamorfismo del contacto. Los minerales son la galena y sus productos de oxidación (cerusita y anglesita), la blenda, la smithsonita, la calamina y una ganga de calcita, redonita, granate, piroxeno, hornblenda, magnetita y tremolita. Entre los yacimientos de éste tipo figuran los de magdalene de México y la mina de Horn Silver de Utah, que se presentan en contactos de caliza ígneas o cerca de ellas. La mayor parte de plomo beneficiado procede de minerales de Estados Unidos, México, Canadá y Australia.

REACCIONES QUÍMICAS:

El plomo tiene poca tendencia a reemplazar el hidrógeno de las soluciones acuosas del ácido. El ácido nítrico es el mejor disolvente que forma nitrato de plomo soluble. Casi todos los ácidos orgánicos reaccionan con el plomo en presencia de oxígeno para formar sales. El plomo metálico no se altera en el aire seco, en aire húmedo se forma una película de óxido, que con el dióxido de carbono forma carbonato básico blanco. En solución ácida es poco reductor, en soluciones alcalinas es bastante reductor.

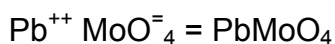
Reacciones:



ANÁLISIS:

El plomo en soluciones puede determinarse por la formación de un precipitado blanco con ácido sulfúrico o sulfato soluble, por la formación de un precipitado cristalino blanco con cloruro soluble y un precipitado amarillo con yoduro, cromato o dicromato.

El plomo forma precipitados con muchos compuestos orgánicos (oxalatos, ácidos, etc.) En la determinación cuantitativa se usan varios métodos. En un metal con gran contenido de plomo primero se determinan las impurezas y el plomo se calcula por diferencia. En la determinación gravimétrica el plomo se pesa en forma de sulfato, una solución de sulfato de plomo puede valorarse con molibdato de amonio.



Puede determinarse electrolíticamente pesándolo sobre el ánodo como dióxido de plomo.

USOS INDUSTRIALES:

En el Imperio Romano las cañerías y las bañeras se recubrían con plomo o con cobre, lo cual causó muchos casos de saturnismos inadvertidos y confundidos en su momento con contaminaciones etílicas. Para dar el color, la suavidad y el bouquet al vino se recomendaba hervirlo y fermentarlo en recipientes o vasijas recubiertas de plomo ya que las de cobre daban mal sabor a la bebida. El vino al hervirse a fuego lento formaba "azúcar de plomo" (en realidad era acetato de plomo, un potente fungicida, pero a su vez un apetecible edulcorante). Según el grado de hervor, el líquido se llamaba "sapa", "defrutum", "heprena" o "siracum". Cada litro de "sapa" contiene una concentración de plomo entre 250 y 1 000 miligramos por litro y bastaba una cucharadita de este líquido ingerida diariamente para causar una intoxicación crónica por plomo. Los emperadores y miembros de la nobleza eran ávidos consumidores de este tipo de vino, el cual era en ocasiones endulzado con un jarabe de uva preparado también en vasijas de plomo.

El plomo también se empleaba en la antigua roma como recubrimiento en tejados de viviendas.

Su utilización como cubierta para cables, ya sea la de teléfono, de televisión, de internet o de electricidad, sigue siendo una forma de empleo adecuada. La ductilidad única del plomo lo hace particularmente apropiado para esta aplicación, porque puede estirarse para formar un forro continuo alrededor de los conductores internos.

El uso del plomo en pigmentos sintéticos o artificiales ha sido muy importante, pero está decreciendo en volumen. Los pigmentos que se utilizan con más frecuencia y en los que interviene este elemento son:

- El blanco de plomo $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$
- Sulfato básico de plomo
- El Tetróxido de plomo también conocido como minio.
- cromatos de plomo.
- El silicatoeno de plomo (más conocido en la industria de los aceros blandos)

Se utilizan una gran variedad de compuestos de plomo, como los silicatos, los carbonatos y sales de ácidos orgánicos, como estabilizadores contra el calor y la luz para los plásticos de cloruro de polivinilo. Se usan silicatos de plomo para la fabricación de frituras (esmaltes) de vidrio y de cerámica, las que resultan útiles para introducir plomo en los acabados del vidrio y de la cerámica. El azuro de plomo, $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$, es el detonador estándar para los explosivos plásticos como el C4 u otros tipos de explosivos H.E. (Highly Explosive). Los arsenatos de plomo se emplean en grandes cantidades como insecticidas para la protección de los cultivos y para ahuyentar insectos molestos como lo son cucarachas, mosquitos y otros animales que posean un exoesqueleto. El litargirio (óxido de plomo) se emplea mucho para mejorar las propiedades magnéticas de los imanes de cerámica de ferrita de bario.

Asimismo, una mezcla calcinada de zirconato de plomo y de titanato de plomo, conocida como PETE, está ampliando su mercado como un material piezoeléctrico.

Otro de los usos importantes es para revestimientos, serpentines, válvulas, etc. También se utiliza para transportar y almacenar soluciones de alumbre. El plomo tiene una resistencia excelente a las soluciones de sales comunes, al aire de las costas marinas, por eso se emplea para tuberías de transporte de agua de mar en barcos y para grandes acuarios.

Se usa en la fabricación de sulfúrico, por su resistencia a la corrosión que tiene al formar una película dura e impermeable de sulfato de plomo en la superficie.

Es resistente al gas sulfuroso húmedo y también se aplica en ánodos recubiertos de plomo y en revestimientos y precipitadores electrostáticos usados para separar la niebla del ácido sulfúrico del gas sulfuroso.

También se usa en contacto con hidróxido de sodio en un 90 % de pureza a 90°C. Se usa en la refinación de petróleo, en el cuál el tratamiento con sulfúrico es seguido de un lavado de sosa cáustica. En la fabricación de rayón y nitroglicerina.

El plomo se usa en los siguientes compuestos químicos:

1) Disolventes: los alcoholes, éteres, la cetona y el tricloroetileno no producen efectos sobre el plomo.

2) Ácidos: el ácido acético, fórmico y tartárico atacan moderadamente. El ataque se acelera en presencia de oxígeno. Sin embargo puede usarse con anhídrido acético y el ácido acético glacial, también puede usarse con el ácido crómico, el ácido fluorhídrico si es diluido, el ácido nítrico, aunque no se recomienda puede usarse a temperaturas normales si la concentración no es mayor del 80 %.

3) Alcalis: con el hidróxido de amonio es satisfactorio en todas las concentraciones y temperaturas. El hidróxido de calcio ataca el plomo en presencia de humedad y el oxígeno, pero si se añade agua dulce disminuye la corrosión. En hidróxido de sodio puede usarse el plomo en un 95 % de pureza y 80°C.

4) Sales y otros compuesto químicos: puede usarse el plomo en contacto con sulfato de aluminio, cloruro de amonio, sulfato de amonio, sulfato de cobre, sulfato de hierro, peróxido de hidrógeno, fenol piridina, sulfito de sodio, bisulfito de sodio, carbonato de sodio, cloruro de sodio, hidrosulfito de sodio, hiposulfito de sodio, sulfato de sodio, cloruro de zinc y sulfuro de sodio.

5) Agua: destilada el plomo disuelve lentamente en proporción a la cantidad de oxígeno disuelto. El tratamiento de agua con cal o silicato de sodio evita la corrosión. El agua común no puede producir corrosión por la capa que forman las sales disueltas.

El plomo por su densidad elevada es muy buen protector de los rayos X. Se usa para revestir las habitaciones donde hay aparatos de rayos X y para proteger el personal que trabaja fuera. El plomo se usa no sólo para proteger los equipos.

El plomo en forma de bloques formados por extrusión de lados cóncavos y convexos, se usa para las paredes que tienen que confinar rayos mortíferos procedentes de la fisión nuclear y de isótopos radiactivos. Se impregnan con plomo delantales y guantes de caucho.

Su blandura y su punto de fusión bajo permiten hacer la extrusión para tuberías, permite doblarlos y curvarlos para suprimir muchas juntas.

Se usa también bajo las maquinarias y los edificios para reducir vibraciones.

El plomo y sus aleaciones se laminan muy fácilmente hasta lograr cualquier espesor por eso es ideal para empaquetaduras. Por su flexibilidad y escasa resistencia al desplazamiento plástico.

Se usa en martillos cuando hay que tener mucho cuidado en no dañar la pieza trabajada.

La lámina de plomo sirve como material para pisos de galvanoplastia y la fabricación de productos químicos donde los derrames de ácidos estropearían los pisos de hormigón.

ALEACIONES:

El plomo tiene un punto de fusión bajo, forma aleaciones con todos demás elementos parejamente fusibles, son aleaciones muy usadas en la industria.

En virtud de su escasa resistencia mecánica, la ductilidad del plomo es relativamente mala, tiene un límite de elasticidad bajo, un coeficiente de dilatación térmica elevado y excelentes propiedades antifricción.

Si bien las impurezas presentes en el plomo varían y son pequeñas en cada calidad, son importantes químicamente y obligan a clasificar el plomo para diversos usos.

Se llama plomo químico al plomo no desplatado producido por minerales del sudeste de Missouri. Éste plomo contiene 0.04 a 0.08 % de cobre, 0.002 a 0.020 % de plata y menos de 0.005 % de bismuto.

El plomo cúprico, antimonioso, el plomo ácido, y el plomo telurioso se usan también en la industria

Las propiedades del plomo telurioso, comparadas con las del plomo regular, tienen el grano más fino.

El plomo antimonioso tiene mejores propiedades mecánicas, pero a mayores temperaturas esto disminuye y por encima de los 120°C sucede lo contrario.

Propiedades mecánicas del plomo y sus aleaciones.

	Resistencia a la tracción Kg/cm ²	Alargamiento %	Dureza Brinell	Límite de aguante Kg/cm ²
Pb puro	123 - 133	55	3.5 - 4	28
Pb químico,	154			
Laminado	183	50	4.5	42
Recocido	194	56	-	-
Fundido		50	-	-
Pb telurioso	240			
Laminado	195	32	5.8	70
Recocido		37	-	-
Pb antimonioso	3.16			
Laminado	4.71	50	7.5	112
Fundido		22	11.8	-

El plomo es el principal elemento del llamado "terne" que tiene una composición de 10 a 25 % de estaño y 90 a 75 % de plomo.

Para muchas aplicaciones el contenido de estaño en las aleaciones de revestimiento puede reducirse hasta no ser mayor de 2.5 a 5 %. Cuando se necesita un revestimiento duro y resistente se añade antimonio.

Aleaciones para la industria de cables:

El plomo que contiene algún cobre y el plomo antimonioso al 1 % son los principales metales usados para recubrir los cables empleados para la transmisión de corriente eléctrica y para comunicación.

Otra aleación con buenas propiedades es un plomo con 0.04 % de calcio. El calcio obra como el antimonio, aumentando la resistencia. Otra aleación contiene 0.15 % de arsénico, 0.10 % de estaño, y 0.10 % de bismuto, el resto de plomo.

Aleaciones para tubos compresibles:

Estos tubos pueden estar hechos de una sola aleación o estar formados por dos capas metálicas. En el primer caso se usa una aleación que contiene de 2 a 3 % de antimonio y 97 a 98 % de plomo y si se quiere un acabado brillante se usa una aleación de plomo y estaño con poco estaño. El estaño es preferible para envasar ciertos productos y también por su aspecto, pero en virtud de su precio elevado es conveniente usar una aleación de plomo y estaño en capas. El revestimiento de estaño se puede hacer en una o dos caras.

Fabricación de las aleaciones:

El plomo y sus aleaciones pueden fundirse en una caldera de hierro colado sin temor a que se produzca contaminación con hierro. Para fines generales de fusión, no es necesario emplear cubierta de fundente, si bien con ciertas clases de aleaciones es conveniente retardar la formación de natas de óxidos y la pérdida de algunos elementos de la aleación.

Aquí puede servir muy bien como fundente una mezcla eutéctica de cloruro de zinc o haluros de metales alcalinos o alcalino térreos. Para cubrir los baños de temple se usa en disco de coque. Para calentar y fundir el plomo se usa en calderas y hornos calentados con carbón, petróleo o gas. Las aleaciones de plomo no presentan dificultades para vaciarlas, la temperatura de vaciado es de 38 a 83 °C por encima de la temperatura del líquido de la aleación.

Los moldes pueden ser permanentes y semipermeables de yeso o caucho. Después de estampar el cartón con los tipos y planchas de medio tono se usa como cara de molde. Una aleación con base de plomo llamada metal de estereotipos, se vacía en el molde y se obtiene una copia exacta. La pieza fundida se coloca sobre un cilindro rotativo, con el cual se hacen las impresiones.

El plomo y sus aleaciones en forma de productos terminados se funden en matrices y se vacía por gravedad.

Ductilidad:

La ductilidad es la propiedad que presentan algunos metales y aleaciones cuando, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sin romperse permitiendo obtener alambres o hilos. A los metales que presentan esta propiedad se les denomina dúctiles.

En otros términos, un material es dúctil cuando la relación entre el alargamiento longitudinal producido por una tracción y la disminución de la sección transversal es muy elevada.

En el ámbito de la metalurgia se entiende por metal dúctil aquel que sufre grandes deformaciones antes de romperse, siendo el opuesto al metal frágil, que se rompe sin apenas deformación.

No debe confundirse dúctil con blando, ya que la ductilidad es una propiedad que como tal se manifiesta una vez que el material está soportando una fuerza considerable; esto es, mientras la carga sea pequeña, la deformación también lo será, pero alcanzado cierto punto el material cede, deformándose en mucha mayor medida de lo que lo había hecho hasta entonces pero sin llegar a romperse.

En un ensayo de tracción, los materiales dúctiles presentan una fase de fluencia caracterizada por una gran deformación sin apenas incremento de la carga.

Desde un punto de vista tecnológico, al margen de consideraciones económicas, el empleo de materiales dúctiles presenta ventajas:

- En la fabricación: ya que son aptos para los métodos de fabricación por deformación plástica.
- En el uso: presentan deformaciones notorias antes de romperse. Por el contrario, el mayor problema que presentan los materiales frágiles es que se rompen sin previo aviso, mientras que los materiales dúctiles sufren primero una acusada deformación, conservando aún una cierta reserva de resistencia, por lo que después será necesario que la fuerza aplicada siga aumentando para que se provoque la rotura.

La ductilidad de un metal se valora de forma indirecta a través de la resiliencia.

La ductibilidad es la propiedad de los metales para formar alambres o hilos de diferentes grosores. Los metales se caracterizan por su elevada ductibilidad, la que se explica porque los átomos de los metales se disponen de manera tal que es posible que se deslicen unos sobre otros y por eso se pueden estirar sin romperse.



Péndulo de Charpy.: En ingeniería, la resiliencia es una magnitud que cuantifica la cantidad de energía, que absorbe un material al romperse bajo la acción de un impacto, por unidad de superficie de rotura.

Relación entre resiliencia y tenacidad:

Se diferencia de la tenacidad en que ésta cuantifica la cantidad de energía absorbida por unidad de superficie de rotura bajo la acción de un esfuerzo progresivo, y no de un impacto. La relación entre resiliencia y tenacidad es generalmente monótona creciente, es decir, cuando un material presenta mayor resiliencia que otro, generalmente presenta mayor tenacidad. Sin embargo, dicha relación no es lineal.

La tenacidad corresponde al área bajo la curva de un ensayo de tracción entre la deformación nula y la deformación correspondiente al límite de rotura (resistencia última a la tracción). La resiliencia es la capacidad de absorber energía en el periodo elástico, y corresponde al área bajo la curva del ensayo de tracción entre la deformación nula y el límite de fluencia.

Medición de la resiliencia de un material

La cuantificación de la resiliencia de un material se determina mediante ensayo por el método Izod o el péndulo de Charpy, resultando un valor indicativo de la fragilidad o la resistencia a los choques del material ensayado. Un elevado grado de resiliencia es característico de los aceros austeníticos, aceros con alto contenido de austenita. En aceros al carbono, los aceros suaves (con menor contenido porcentual de carbono), tienen una mayor resiliencia que los aceros duros.

Unidades:

En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en julios por metro cuadrado (J/m^2).

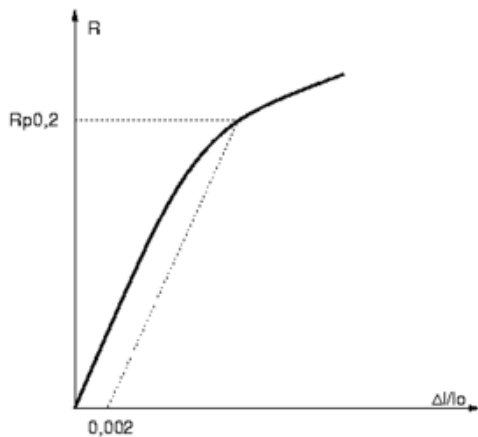
Otra unidad muy empleada en ingeniería para la resiliencia es el kilogramo-fuerza metro por centímetro cuadrado ($kgf \cdot m/cm^2$), o kilopondio metro por centímetro cuadrado ($kp \cdot m/cm^2$).

Límite elástico: (Redirigido desde Límite de elasticidad)

El límite elástico, también denominado límite de elasticidad, es la tensión máxima que un material elástico puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes. Si se aplican tensiones superiores a este límite, el material experimenta deformaciones permanentes y no recupera su forma original al retirar las cargas. En general, un material sometido a tensiones inferiores a su límite de elasticidad es deformado temporalmente de acuerdo con la ley de Hooke.

Los materiales sometidos a tensiones superiores a su límite de elasticidad tienen un comportamiento plástico. Si las tensiones ejercidas continúan aumentando el material alcanza su punto de fractura. El límite elástico marca, por tanto, el paso del campo elástico a la zona de fluencia. Más formalmente, esto comporta que en una situación de tensión uniaxial, el límite elástico es la tensión admisible a partir de la cual se entra en la superficie de fluencia del material.

Determinación del límite elástico



Determinación del límite elástico convencional.

Si se disponen las tensiones en función de las deformaciones en un gráfico se observa que, en un principio y para la mayoría de los materiales (los elastómeros no lo cumplen, por ejemplo), aparece una zona que sigue una distribución casi lineal, donde la pendiente es el módulo de elasticidad E. Esta zona se corresponde a las deformaciones elásticas del material hasta un punto donde la función cambia de régimen y empieza a curvarse, zona que se corresponde al inicio del régimen plástico. Ese punto es el punto de límite elástico.

Debido a la dificultad para localizarlo exactamente y con total fidelidad, ya que en los gráficos experimentales la recta es difícil de determinar y existe una banda donde podría situarse el límite elástico, en ingeniería se adopta un criterio convencional y se considera como límite elástico la tensión a la cual el material tiene una deformación plástica del 0.2% (o también $\epsilon = 0.002$)

Ensayo de tracción

El ensayo de tracción de un material consiste en someter a una probeta normalizada realizada con dicho material a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente. Las velocidades de deformación en un ensayo de tensión suelen ser muy pequeñas ($\epsilon=10^{-4}$ a 10^{-2} s $^{-1}$).



Máquina para ensayo de tensión por computadora

En un ensayo de tracción pueden determinarse diversas características de los materiales elásticos:

- Módulo de elasticidad o Módulo de Young, que cuantifica la proporcionalidad anterior.
- Coeficiente de Poisson, que cuantifica la razón entre el alargamiento longitudinal y la acortamiento de las longitudes transversales a la dirección de la fuerza.
- Límite de proporcionalidad valor de la tensión por debajo de la cual el alargamiento es proporcional a la carga aplicada.
- Límite de fluencia o límite elástico aparente: valor de la tensión que soporta la probeta en el momento de producirse el fenómeno de la cedencia o fluencia. Este fenómeno tiene lugar en la zona de transición entre las deformaciones elásticas y plásticas y se caracteriza por un rápido incremento de la deformación sin aumento apreciable de la carga aplicada.
- Límite elástico (límite elástico convencional o práctico): valor de la tensión a la que se produce un alargamiento prefijado de antemano (0,2%, 0,1%, etc.) en función del extensómetro empleado.
- Carga de rotura o resistencia a la tracción: carga máxima resistida por la probeta dividida por la sección inicial de la probeta.
- Alargamiento de rotura: incremento de longitud que ha sufrido la probeta. Se mide entre dos puntos cuya posición está normalizada y se expresa en tanto por ciento.
- Estricción: es la reducción de la sección que se produce en la zona de la rotura.



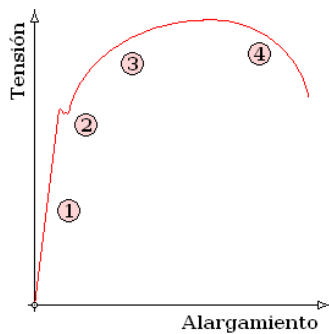
Probeta de cobre antes del ensayo de tensión por computadora.



Probeta de cobre fractura en el ensayo de tensión.

- Normalmente, el límite de proporcionalidad no suele determinarse ya que carece de interés para los cálculos. Tampoco se calcula el Módulo de Young, ya que éste es característico del material; así, todos los aceros tienen el mismo módulo de elasticidad aunque sus resistencias puedan ser muy diferentes.

Curva tensión-deformación



Curva tensión-deformación.

En el ensayo se mide la deformación (alargamiento) de la probeta entre dos puntos fijos de la misma a medida que se incrementa la carga aplicada, y se representa gráficamente en función de la tensión (carga aplicada dividida por la sección de la probeta). En general, la curva tensión-deformación así obtenida presenta cuatro zonas diferenciadas:

- 1 Deformaciones elásticas:** en esta zona las deformaciones se reparten a lo largo de la probeta, son de pequeña magnitud y, si se retirara la carga aplicada, la probeta recuperaría su forma inicial. El coeficiente de proporcionalidad entre la tensión y la deformación se denomina módulo de elasticidad o de Young y es característico del material. Así, todos los aceros tienen el mismo módulo de elasticidad aunque sus resistencias puedan ser muy diferentes. La tensión más elevada que se alcanza en esta región se denomina límite de fluencia y es el que marca la aparición de este fenómeno. Pueden existir dos zonas de deformación elástica, la primera recta y la segunda curva, siendo el límite de proporcionalidad el valor de la tensión que marca la transición entre ambas. Generalmente, este último valor carece de interés práctico y se define entonces un límite elástico (convencional o práctico) como aquél para el que se produce un alargamiento prefijado de antemano (0,2%, 0,1%, etc.). Se obtiene trazando una recta paralela al tramo proporcional (recto) con una deformación inicial igual a la convencional.

- 2 Fluencia o cedencia.** Es la deformación brusca de la probeta sin incremento de la carga aplicada. El fenómeno de fluencia se da cuando las impurezas o los elementos de aleación bloquean las dislocaciones de la red cristalina impidiendo su deslizamiento, mecanismo mediante el cual el material se deforma plásticamente. Alcanzado el límite de fluencia se logra liberar las dislocaciones produciéndose la deformación bruscamente. La deformación en este caso también se distribuye uniformemente a lo largo de la probeta pero concentrándose en las zonas en las que se ha logrado liberar las dislocaciones (bandas de Luders). No todos los materiales presentan este fenómeno, en cuyo caso la transición entre la deformación elástica y plástica del material no se aprecia de forma clara.

- 3 Deformaciones plásticas:** si se retira la carga aplicada en dicha zona, la probeta recupera sólo parcialmente su forma quedando deformada permanentemente. Las deformaciones en esta región son más acusadas que en la zona elástica.

- 4 Estricción.** Llegado un punto del ensayo, las deformaciones se concentran en la parte central de la probeta apreciándose una acusada reducción de la sección de la probeta, momento a partir del cual las deformaciones continuarán acumulándose hasta la rotura de la probeta por esa zona. La estricción es la responsable del descenso de la curva tensión-deformación; realmente las tensiones no disminuyen hasta la rotura, sucede que lo que se representa es el cociente de la fuerza aplicada (creciente) entre la sección inicial y cuando se produce la

estricción la sección disminuye, efecto que no se tiene en cuenta en la representación gráfica. Los materiales frágiles no sufren estricción ni deformaciones plásticas significativas, rompiéndose la probeta de forma brusca. Terminado el ensayo se determina la carga de rotura, carga última o resistencia a la tracción: la máxima resistida por la probeta dividida por su sección inicial, el alargamiento en (%) y la estricción en la zona de la rotura.

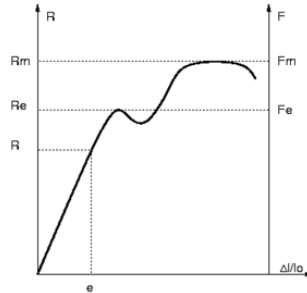


Diagrama de tensión - deformación típico de un acero de bajo límite de fluencia.

Otras características que pueden caracterizarse mediante el ensayo de tracción son la resiliencia y la tenacidad, que son, respectivamente, las energías elásticas y total absorbida y que vienen representadas por el área comprendida bajo la curva tensión-deformación hasta el límite elástico en el primer caso y hasta la rotura en el segundo.

Coeficiente de dilatación: (Redirigido desde Coeficiente de dilatación térmica)

Se denomina coeficiente de dilatación al cociente que mide el cambio relativo de longitud o volumen que se produce cuando un cuerpo sólido o un fluido dentro de un recipiente experimenta un cambio de temperatura experimentando una dilatación térmica.

Coeficientes de dilatación: De forma general, durante una transferencia de calor, la energía que está almacenada en los enlaces intermoleculares entre 2 átomos cambia. Cuando la energía almacenada aumenta, también lo hace la longitud de estos enlaces. Así, los sólidos normalmente* se expanden al calentarse y se contraen al enfriarse; este comportamiento de respuesta ante la temperatura se expresa mediante el coeficiente de dilatación térmica (unidades: °C⁻¹):

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)$$

- esto no ocurre para todos los sólidos: el ejemplo más típico que no lo cumple es el hielo.

Para sólidos, el tipo de coeficiente de dilatación más comúnmente usado es el coeficiente de dilatación lineal α_L . Para una dimensión lineal cualquiera, se puede medir experimentalmente comparando el valor de dicha magnitud antes y después de cierto cambio de temperatura, como:

$$\alpha_L \approx \frac{1}{L} \frac{\Delta L}{\Delta T} = \frac{d \ln L}{dT}$$

Puede ser usada para abreviar este coeficiente, tanto la letra griega alfa α como la letra lambda λ .

El conocimiento del coeficiente de dilatación (lineal) adquiere una gran importancia técnica en muchas áreas del diseño industrial. Un buen ejemplo son los rieles del ferrocarril; estos van soldados unos con otros, por lo que pueden llegar a tener una longitud de varios centenares de metros. Si la temperatura aumenta mucho la vía férrea se desplazaría por efecto de la dilatación, deformando completamente el trazado. Para evitar esto, se estira el carril artificialmente, tantos centímetros como si fuese una dilatación natural y se corta el sobrante, para volver a soldarlo. A este proceso se le conoce como neutralización de tensiones.

Para ello, cogeremos la temperatura media en la zona y le restaremos la que tengamos en ese momento en el carril; el resultado lo multiplicaremos por el coeficiente de dilatación del acero y por la longitud de la vía a neutralizar

Algunos coeficientes de dilatación	
Material	α (° C ⁻¹)
<u>Hormigón</u> ~	1,0 x 10 ⁻⁵
<u>acero</u> ~	12 x 10 ⁻⁶
<u>Hierro</u> ~	12 x 10 ⁻⁴
<u>Plata</u>	2,0 x 10 ⁻⁵
<u>Oro</u>	1,5 x 10 ⁻⁵
<u>Invar</u>	0,04 x 10 ⁻⁵
<u>Plomo</u>	3,0 x 10 ⁻⁵
<u>Zinc</u>	2,6 x 10 ⁻⁵
<u>Aluminio</u>	2,4 x 10 ⁻⁵
<u>Latón</u>	1.8 x 10 ⁻⁵
<u>Cobre</u>	1,7 x 10 ⁻⁵
<u>Vidrio</u> ~	0,7 x 10 ⁻⁵
<u>Cuarzo</u>	0,04 x 10 ⁻⁵
<u>Hielo</u>	5,1 x 10 ⁻⁵
concreto 10 acero 11.5 hierro 11.7	

OBTENCIÓN:

La fundición de los minerales de plomo puede llevarse a cabo por el método de precipitación (ya no se aplica), de reacción tostadora (para minerales puros y ricos) y de reducción tostadora (método que se utiliza actualmente) como también el horno de cilindro rotatorio.

1. Método de reducción tostadora: consiste en la tostación de minerales con una fusión reductora posterior:

2) Tostación:

Tiene como objeto la transformación de PbS en PbO. Consiste en la eliminación del azufre con una volatilización de As y Sb (impurezas) que se podría obtener. En presencia de Cu y S, puede formarse en el horno de cuba mata de Cu-Pb, de otro modo pasa el Cu al Pb de obra y es eliminado por lodación. El ZnO se escorifica con facilidad.

La condición previa para una buena tostación es la trituración, para que la reacción de PbS con O₂ sea lo más fácil posible:

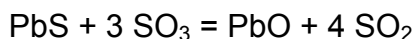


Luego se hace tostación con insuflación o absorción de aire a temperaturas mayores de 800°C. para evitar la formación de PbSO₄.

La tostación se hace en dos etapas: tostación previa y tostación definitiva.

Tostación previa: se utilizan hornos de pisos, redondos con hogar giratorio y hornos de traspaleo fijos.

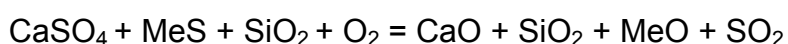
La tostación insufladora consiste en comprimir el aire a través de la capa de mineral que se ha encendido por la parte de entrada del aire. El mineral se junta por aglomeración y forma un aglomerado sólido y poroso. Los sulfatos presentes son descompuestos, acelerando el SO₂ que se desprende.



El mineral debe estar en forma granulada, luego se agregan piedra caliza, residuos de pirita, residuos de la mufla, para hacerlo menos compacto. Este contenido de mezcla no debe fundir el PbS o el Pb, pues quedaría obturada la parrilla. Se obtiene Pb al 45 %, esto es lo máximo cuando se completa la tostación. La piedra caliza se añade para:



El Sulfato de Calcio formado es descompuesto por dióxido de silicio, a una temperatura de 1000°C, actuando el Trióxido de azufre gaseoso sobre los sulfuros metálicos como oxidantes.



Me: metal cualquiera de valencia 2.

Para la tostación definitiva se utilizan calderas de aglomerar fijas o móviles. Estas tienen las desventajas de trabajo discontinuo, mucho trabajo manual, perjudicial para la salud.

3) Fusión:

Por la fusión reductora del mineral tostado, se pasa el contenido de Pb o de otros minerales a Pb de obra, mientras que la ganga sale como escoria. Como reductor se usa coque, pudiéndose considerar como agente sólo el carbón sólido, en la zona de fusión o de formación de escorias y por el contrario en las zonas superiores, sólo el CO. La temperatura aumenta de 100°C en tragante hasta 1600°C en las toberas. Hay evaporación de Pb que se deposita en la columna de carga y a causa de la concentración reciente, pasa al crisol a través de la zona de fusión. Los procedimientos en el horno de cuba tienen gran parecido a los de la fusión reductora de la mata de cobre, con la diferencia de que aquí se trabaja obteniendo metal y se reduce a un mínimo la formación de mata. Productos plomo de obra, mata de plomo y azufre peis.

4) Horno de cuba:

Se parecen a los empleados en la fusión de la mata de cobre, pero se distinguen de éstos por la carga del horno de crisol y el pozo de plomo, así como el empleo de cargas de agua sólo hasta el comienzo de la columna de carga, que está construida con ladrillos refractarios.

REFINACIÓN: Este contiene impurezas como, cobre, estaño, arsénico, bismuto y antimonio, que influyen desfavorablemente sobre las propiedades mecánicas, la resistencia a los ataques químicos; además, metales nobles en cantidades que resultan remuneradores para su obtención.

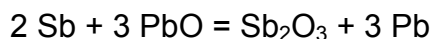
Los métodos de eliminación son los siguientes:

1) Eliminación de cobre:

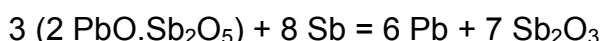
El cobre es sólo poco soluble en plomo líquido y da un eutéctico situado a 99.945 % plomo, ascendiendo la curva de solidificación en sentido casi vertical. Por esto, se puede separar el cobre calentando el plomo hasta un poco por encima del punto eutéctico; se forma un producto sólido más rico en cobre que nada sobre el plomo líquido, llamado lodo de cobre, que está impurificado por plomo adherido, mientras que el plomo líquido tiene sólo poco cobre. Las costras son retiradas del baño de plomo y fundidas, junto con la mata de plomo, para eliminar una parte del plomo adherente, resultando así una mata de cobre enriquecida.

2) Eliminación de estaño, arsénico y antimonio:

a) Oxidación selectiva sencilla: Al tener estos tres metales mayor afinidad hacia el oxígeno que el plomo, pueden separarse de él por oxidación, cediendo el plomo oxidado al mismo tiempo su oxígeno parcialmente al antimonio según la ecuación:



El óxido antimonioso es oxidado por el aire dando óxido antimónico que se combina con el óxido plumboso dando antimoniato de plomo, el cual puede oxidar más al antimonio.



El óxido plumboso forma con arsénico, antimonio y estaño, arseniato de plomo líquido, antimoniato de plomo líquido y estannato de plomo sólido. Estos productos son llamados "costras de arsénico, antimonio o estaño". Se forma litargio puro, lo cual significa el fin del proceso de oxidación.

b) Método de Harris: este método está basado en el hecho de que los compuestos de mayor grado de oxidación de estaño, arsénico y antimonio pasan calentados con una sal alcalina, a compuestos alcalinos que están prácticamente exentos del plomo.

Las ventajas de éste método está en la producción de productos intermedios libres de plomo, de manera que también las pérdidas en metal noble son muy pequeñas, además se recuperan las sales utilizadas hasta en un 95 % puras.

3) Eliminación de los metales nobles:

La eliminación se efectúa, según el método de Parkes, por adición de zinc metálico puro. El método está basado en el hecho de que, después de añadir zinc al plomo líquido, se separa, al enfriar, una aleación sólida de plata, zinc y plomo, que contiene todos los metales nobles. De esta aleación puede expulsarse el zinc por destilación, y de la aleación de plata y plomo que queda, llamado "plomo rico", el plomo, por oxidación.

4) Eliminación de zinc:

Está fundada en la mayor afinidad del zinc por el oxígeno en comparación con el plomo. Esta oxidación se efectúa por agitación del zinc al rojo vivo con ramas verdes, o burbujeo de vapor de agua o agua. Ésta entra por un tubo que llega casi hasta el fondo de la cadena y por la descomposición del vapor de agua se produce un fuerte burbujeo en el baño, que oxida el zinc, obteniéndose óxido de zinc, plomo y óxido plumboso. Estos se llaman óxidos pobres, de punto de fusión elevado que flotan encima del baño de plomo y se saca cazos.

ENVENENAMIENTO CON PLOMO:

El plomo ingerido en cualquiera de sus formas es altamente tóxico. Sus efectos suelen sentirse después de haberse acumulado en el organismo durante un periodo de tiempo. Los síntomas de envenenamiento son anemia, debilidad, estreñimiento y parálisis en muñecas y tobillos. Las escamas de pinturas con base de plomo y los juguetes fabricados con compuestos de plomo están consideradas como muy peligrosas para los niños, para los que el plomo resulta especialmente dañino, incluso a niveles que antes se consideraban inocuos. El plomo puede producir disminución de la inteligencia, retraso en el desarrollo motor, deterioro de la memoria y problemas de audición y equilibrio. En adultos, el plomo puede aumentar la presión sanguínea. Hoy en día se tratan los envenenamientos por plomo administrando una sal de sodio o calcio del ácido etilendiaminotetraacético. El plomo se elimina del organismo desplazando el calcio o el sodio y formando un complejo estable con EDTA que se evacua por la orina.

Precaución

El plomo puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida o cuando posee azufre (por ejemplo aguas termales). Esta es la razón por la que a los sistemas de tratamiento de aguas públicas ahora se les requiere llevar a cabo un ajuste de PH en agua que sirve para el uso del agua potable por el medio del agregado de cloratos y nitritos.

El plomo era en la antigüedad (en el Imperio romano principal y casi exclusivamente) utilizado en la fabricación del vino. Este elemento en forma de pequeñas limaduras era agregado a manera de edulcorante y acidulante para tornar el gusto del vino más dulce y apetitoso para los césares, quienes lo arrojaban a sus servidores si no encontraban en éste la perfecta armonía entre aroma, sabor, gusto y ricura.

Por aquella época, tal vez debido a la gran demanda y a la baja producción con la cuál se contaba en ese entonces, muchos vinos eran servidos a los consumidores sin la adecuada maceración de la uva y el paupérrimo almacenamiento de los mismos siendo en algunos casos verdaderamente tan deficiente como lo es la utilización de vinos "picados" al punto de ser vinagres y haciendo posible encontrar piel de uva en medio del elíxir. Debido a esto eran más ácidos y el agregado de limaduras de plomo los volvía más suaves y dulces. Esto llevó a que se produjeran muchos casos de saturnismo que pasaron inadvertidos como intoxicaciones étlicas, también puede ser una de las causales de la denominada "locura de los emperadores" o "rayadura de las cortes pretorianas".

El plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua, sin importar el horario (desayuno, merienda y cena) aunque hay estudios que comprueban que si se ingiere una cantidad importante de plomo durante las 7 y

12 de la noche las probabilidades de contraer saturnismo son mayores dado que el metabolismo se ralentiza entre estos horarios.

El plomo puede causar varios efectos no deseados en cierto tipo de individuos:

- Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia
- Incremento de la presión sanguínea o taquicardia
- Daño a los riñones y en el sistema urinario
- Abortos y abortos sutiles o leves
- Perturbación del sistema nervioso y en el parasimpático
- Daño al cerebro, cerebelo, tallo encefálico, aparato digestivo, aparato urinario, aparato reproductor y aparato respiratorio inferior
- Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma y en la capacidad de mantener una erección
- Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños, jóvenes y adultos
- Perturbación en el comportamiento de los niños y los no tan niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad como también euforia, alucinaciones leves, hiperactividad y estados sedativos similares al del coma.
- En niños de corta edad se pueden producir daños en la coordinación y en la comprensión de información, hasta llegar a un retardo mental muy serio.
- En fetos puede producir mutaciones leves y mutaciones severas
- Gastritis, acidez o pesadez estomacal, causadas por las partículas no degradables plúmbicas.
- Debilidad, estreñimiento y parálisis en muñecas, tobillos y todo tipo de articulación.
- Problemas en la audición y equilibrio
- Debilitamiento del tejido óseo por la depositación de las partículas plúmbicas no degradables en huesos
- Alteraciones en el ARN y en casos terminales o avanzados en el ADN.

El plomo puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre. Debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso, al sistema reproductor y al cerebro de los niños por nacer.

Con respecto a su incidencia en el medio ambiente, el Plomo se encuentra de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas.

Las sales de Plomo entran en el medio ambiente a través de los caños de escape (principalmente los defectuosos) de los coches, camiones, motos, aviones y casi todos los tipos de vehículos motorizados que utilicen derivados del petróleo, siendo las partículas de mayor tamaño las que quedarán retenidas en el suelo y en las aguas superficiales, provocando su acumulación en organismos acuáticos y terrestres, y con la posibilidad de llegar hasta el hombre a través de la cadena alimenticia.

Las pequeñas partículas quedan suspendidas en la atmósfera, pudiendo llegar al suelo y al agua a través de la lluvia ácida. La acumulación de plomo en los animales, puede causar graves efectos en su salud por envenenamiento, e incluso la muerte por paro cardio-respiratorio.

Algunos organismos, como los crustáceos e otros invertebrados, son muy sensibles al plomo (dado que el plomo cuando se encuentra en exceso se deposita en los huesos y al no poseerlos queda retenido en su organismo), y en muy pequeñas concentraciones les causan graves mutaciones. Se registraron casos en donde las crías de crustáceos con saturnismo crónico, presentaban extremidades más largas, deformidades en otras y un comportamiento agresivo y poco coordinado llegando a producirse automutilaciones y autolaceraciones múltiples, atribuido a alteraciones genéticas generadas por la contaminación por plomo.

Otro efecto significativo del plomo en las aguas superficiales, es que provoca perturbaciones en el fitoplancton, que es una fuente importante de producción de oxígeno en los océanos y de alimento para algunos organismos acuáticos de variado tamaño (ballenas hasta pequeños pececillos).

Un estudio realizado en mayo de 2000 por el consultor económico Rick Nevin demostró que de un 65% a 90% de los crímenes violentos realizados en Estados Unidos tienen como causa la exposición al plomo. En el 2007 como continuación de su laborioso emprendimiento el Dr. Rick demostró en un nuevo estudio que la exposición al plomo (tomando el nivel en sangre de **plomo**) por parte de un 60% de los niños y adolescentes conllevan a un bajo nivel de coeficiente intelectual, carácter agresivo y antisocial con tendencia a lo criminal.

Estos estudios fueron realizados a lo largo de varios años y en 9 países diferentes; siendo discutidos por el Washington Post en julio de ese año. También llamó la atención del científico político de Dartmouth, el Dr. Roger D. Masters quien junto a otros científicos de envergadura internacional apoyan los estudios realizados por Nevin.