

Gelatina Elástica

Audiencia

Estudiantes de Escuela Superior – Curso de Física
(Integración con Matemáticas e Ingeniería)

Tiempo aproximado:

- Conferencia Introducción al tema principal – 40 minutos
 - Propiedades Mecánicas, Elasticidad, Plasticidad, etc.
- Búsqueda en la literatura – “Tarea asignada” Puede proporcionar tiempo en el salón para discutir respuestas, la idea es que trabajen las preguntas de conclusiones usando esta información, más los datos del laboratorio.
- Parte Experimental “Toma de Datos” - 40 minutos
 - (Si se trabaja en grupos cooperativos de laboratorio)
- Análisis de datos -2 periodos de clases de aprox. 40 min.
 - (Hay que Graficar usando Excel” y trabajar fórmulas)
- Preguntas de discusión para llegar a conclusiones por equipos -30 minutos
- Discusión grupal con maestro usando los datos y la literatura buscada- 40 minutos

Objetivos

Luego de completar la actividad, los estudiantes serán capaces de:

1. Definir la propiedad mecánica de elasticidad en un material e identificar factores que la afecten.
2. Desarrollar hipótesis y ponerlas a prueba.
3. Practicar la construcción de gráficas y el análisis de las mismas (Pendientes, relaciones directamente proporcional e inversamente proporcional, etc.).
4. Calcular matemáticamente el promedio, la deformación, el esfuerzo y el módulo de Young (Constante de Elasticidad).
5. Evaluar las aportaciones de la física y la ingeniería a nuestra sociedad.

National Science Education Content Standards

I. Science as Inquiry

1. Abilities necessary to do scientific inquiry.
 - a. Design and Conduct Scientific Investigations
Students need to learn how to analyze evidence and data. The evidence they analyze may be from their investigations, other students’ investigations, or databases. Data manipulation and analysis strategies need to be modeled by teachers of science and practiced by students.

II. Science and Technology

1. Understandings about science and technology.
 - a. Science and technology are pursued for different purposes. Scientific inquiry is driven by the desire to understand the natural world, and technological design is driven by the need to meet human needs and solve human problems .

Estándares de Contenido y Expectativas de Grado del Curso de Física del Departamento de Educación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico

I. Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad

NC.F.1.3 Comunica los valores de los datos medidos en forma de tablas y gráficas, para analizarlos y hacer predicciones y generalizaciones sobre los mismos.

NC. F5.1 Explica el uso de los diferentes instrumentos de laboratorio tales como el metro, el calibre Vernier, la balanza, el dinamómetro, la probeta, el cronometro, el termómetro y otros.

II. Las Interacciones

I.F.1.3 Define operacionalmente algún tipo de fuerza, tal como la fricción, la fuerza normal, el empuje, la tensión y el peso.

Nota: Dentro de las fuerzas que se discuten para los grados de escuela superior no se encuentra la elasticidad. Sería un reto para los estudiantes talentosos definir y describir factores que afectan esta fuerza.

III. Sistemas y Modelos

SM.F.1.4 Construye los modelos matemáticos que representan la relación entre las variables de un experimento ya sea lineal, cuadrática e inversa entre sí.

Materiales para la actividad:

1. Agua potable de la llave
2. Probeta
3. Gelatina sin sabor
4. Cuchara o vasito calibrado en cucharadas (usado para medicamentos)
5. Hornilla con agitador magnético “Hot and Stir Plate” ó hornilla regular con un agitador manual, siempre se va a necesitar agitador manual y guantes de calor. La hornilla se puede cambiar por un microondas.
6. Envase de cristal que pueda calentar en la hornilla (beaker, olla, etc.)
7. Líquido lubricante (Aceite, vaselina, etc.)
8. 3 Envases plásticos con forma de columna para formar la gelatina (Deben tener el mismo ancho de arriba abajo).
9. 3 envases iguales adicionales de cristal (beaker, vaso, etc.)
10. Nevera
11. 3 equipos para aplastar “The Crusher” – (Equipo usado para hacer pruebas de fuerza a columnas de papel) www.leapingwizard.com



Instrucciones Generales para el maestro:

Esta actividad sirve como experiencia de laboratorio donde los estudiantes desarrollarán técnicas del uso de probetas, calentar y agitar. Se fomenta dentro de la metodología científica la formulación de hipótesis y el diseño de experimentos para comprobarlas. Dentro de ese diseño del experimento se logra la clarificación de los tipos de variables y su relación de causa y efecto. Con la toma de datos y su análisis usando gráficas, se desarrolla el pensamiento crítico y la integración entre ciencias y matemáticas.

Además de introducir al estudiante en el concepto físico de elasticidad, se logra la integración con ingeniería al utilizar un equipo que no fue creado para medir fuerza elástica. El estudiante trabajará como un ingeniero y evaluará la importancia de este experimento en este campo y de la integración de la física en la ingeniería.

Instrucciones de la Actividad

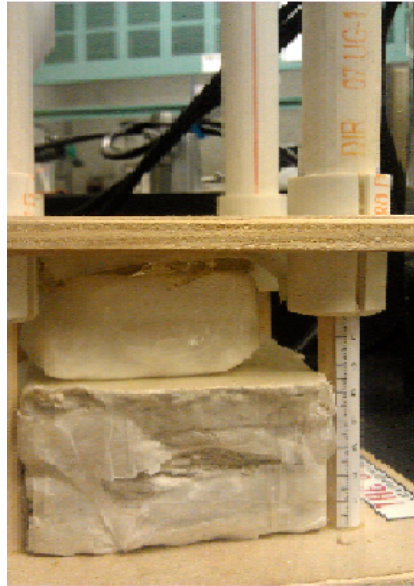
A. Previo al laboratorio

1. Se sugiere realizar este laboratorio luego de haber discutido el método científico, las variables en un experimento. Hacer énfasis en como se expresa la relación de causa y efecto entre estas variables en la hipótesis.
2. Introducir el concepto de propiedades mecánicas a los estudiantes y presentar fotos de los diferentes tipos. Dar énfasis a las propiedades mecánicas de la elasticidad y la plasticidad. Preguntar por ejemplos donde se vean reflejadas. Definir elasticidad a los estudiantes usando un resorte de juguete y/o una banda elástica.
3. Luego de definida la propiedad mecánica de elasticidad, presentar a los estudiantes una columna de gelatina y preguntar:
 - ¿Cómo se ven reflejadas estas propiedades mecánicas en la gelatina?
 - Si la aplasto un poco, ¿que pasaría? Y si sigo aumentando la fuerza, ¿que pasaría?
 - ¿Hasta que punto se puede decir que la gelatina es elástica?
 - ¿Qué factores podrían afectar la elasticidad de la gelatina?

Nota: *La gelatina va a tener un comportamiento elástico hasta cierta fuerza aplicada. Una vez se le aumente la fuerza y esta no vuelva a su tamaño original se puede decir que el comportamiento es plástico. Este comportamiento plástico va a seguir hasta que se rompa la gelatina. Dentro de los factores que pueden afectar la elasticidad de la gelatina se encuentran: la concentración, el tamaño de la columna de gelatina (ancho y alto), el tiempo en la nevera, el tiempo fuera de la nevera, la temperatura, etc.*

B. Modificando mi equipo “The Crusher”

1. Usa una regla pequeña para construir una regla de papel en cm. Pega esta regla de papel en uno de los tubos de madera del “Crusher” como se muestra en las fotos. Preferiblemente empezando con el numero 1, de abajo para arriba.
2. Prepara una base en madera o algún material firme para subir tu gelatina, ver fotos. De no tener nada para construir la base, puedes usar varios platos Petri plásticos.



C. Laboratorio Probando los factores que afectan la elasticidad de la gelatina

Concentración vs Elasticidad

Nota: Escoger un factor a la vez para probar. En este caso se estará trabajando con la concentración de gelatina pero fácilmente se puede variar para probar otro factor. Bien importante recordar que hay que controlar los demás factores: Temperatura, tipo de envase, ect.

1. Prepara el envase de la gelatina.

Cubre de vaselina el interior de los envases plástico que vayas a usar para formar la columna de gelatina. (Esto para hacer más fácil el extraer la columna de gelatina fría.)

2. Preparar tres columnas de gelatina con tres concentraciones diferentes.

La cantidad de agua que vas usar va a depender de los envases que tengas para echarlas. Por ejemplo, si tienes tres envases donde puedas echar aproximadamente 150 ml de agua en cada uno, entonces no puedes usar más

de 100ml de agua para preparar la gelatina en cada frasco. (Esto es así para dejar espacio al polvo de la gelatina.)

Para preparar una gelatina con 100 ml de agua, 25ml (1/4parte) debe ser agua fría y 75ml (3/4partes) deben ser calientes al punto de hervir. Según las instrucciones en la caja de la gelatina. Ten mucho cuidado con el envase ya que se calienta, para evitar quemarte usa los guantes. El agua puede calentarse en una hornilla o hasta en el microondas, recuerda siempre calentar de la misma manera el agua de todas las columnas que prepares.

En un envase de cristal (Beaker) disuelve dos sobres de gelatina (.5oz) con 25ml del agua fría, agita y deja reposar (~1 minuto). Con los guantes de seguridad, vierte sobre ellos 75ml de agua caliente y agita.

Vierte esta mezcla en el envase plástico con vaselina y deja en la nevera por lo menos 1 hora. (Tienes que asegurarte de que las columnas de gelatina estén en la nevera por el mismo tiempo, ya que esto puede ser un factor que afecte su elasticidad.)

Repite los mismo pasos para una columna de gelatina de 100ml de agua y cuatro sobres de gelatina (1.0 oz). Luego prepara la tercera columna con 6 sobres (1.5oz) y 100ml de agua.

Nota al Maestro: Si cuenta con el grupo todo el día (alrededor de 4 horas), aproveche la hora de la gelatina en la nevera para explicar el procedimiento y las tablas de datos. Si solo cuenta con los 50 minutos de clases regulares, entonces deje la gelatina de un día para el otro y asigne la lectura del procedimiento para la casa. Se recomienda al maestro sacar la gelatina de la nevera por lo menos 10 minutos antes de usarse para que vaya despegándose del envase.

3. Sacando la columna de gelatina

Ya formada la columna de gelatina, sácala de la nevera y trata de sacarla con cuidado de su envase. Empieza por la columna de gelatina de menor concentración. Presiona un poco los lados del envase para despegar la gelatina y permitir que el aire entre por los lados. (Esta es la parte que requiere más paciencia y cuidado ya que puedes romper la columna.) En el caso de que sea imposible extraer la columna puedes recurrir a introducir una varita (ejemplo una lima de uñas) bien fina por el borde, teniendo el cuidado de no romper la gelatina. En casos extremos se puede recurrir a calentar un poco con una secadora de pelo.

4. Verificando el comportamiento de nuestra gelatina

Una vez que tengas la columna de gelatina, colócala en el “Crusher”. Es posible que tu columna sea muy bajita para que el “Crusher” la pueda aplastar. Si este es el caso añade una base firme que te brinde la altura deseada.

Mide la altura de tu gelatina usando la regla de papel que previamente se colocó en un tubo del “Crusher”, y escríbela en la tabla de datos como largo original (**Lo**). Puedes ayudarte con una regla plástica sobre la gelatina hasta la medida, para mayor seguridad en la lectura.

Obtén el peso de la plataforma superior del “Crusher” con la botella vacía y escríbelo en la tabla como la primera fuerza. Según el fabricante esta plataforma pesa una libra (1lb).

Coloca con cuidado la plataforma superior del “Crusher” con la botella vacía sobre la columna de gelatina. Usando la regla de papel, mide cuanto bajó esta plataforma. A la medida que indique la regla tienes que sumarle 2.3cm. (Esta es la medida del pedazo de tubo PVC que está por debajo de la plataforma superior.) Escribe esta medida en la columna de Largo (**L**), al lado de la primera fuerza, 1 lb.

Levanta la plataforma espera unos segundos y mide el largo de la columna de gelatina y escríbelo en la columna de relajación. ¿Volvió al largo original (**Lo**)? Si es así, quiere decir que soporta esta fuerza sin perder su comportamiento elástico.

Continúa este procedimiento pero esta vez añadiendo agua en la botella y midiendo cuando se aplasta y cuanto mide al soltar la plataforma, cada media libra (1/2lb).

Identifica la fuerza máxima que soporta sin perder elasticidad, con (**LE**) y anótala en la tabla de Límite de Elasticidad.

Nota: Si deseas puedes continuar añadiendo agua (fuerza) hasta que la gelatina se rompa. Pero una vez se pierde el largo original, el comportamiento que estamos viendo es plástico y no elástico. Los datos hasta el límite elástico son los que se van a usar para obtener el Módulo de Elasticidad. Los datos completos hasta que se rompa la gelatina pueden ser usados para obtener la información del comportamiento completo del material, principalmente del límite de ruptura. Los datos necesarios para los objetivos principales de este laboratorio son hasta el límite de elasticidad. Pero si dispone del tiempo puede completar la gráfica del comportamiento completo de la gelatina.

5. Repitiendo el procedimiento principal

Una vez terminaste con la prueba de elasticidad a la columna de menor concentración, continúa repitiendo el procedimiento con las otras dos columnas. Recuerda identificar tu tabla de datos con la concentración de tu muestra analizada (.5oz, 1oz. y 1.5oz.).

6. Reproduciendo datos para promediar

Esfuerzo (σ)

$\sigma = F/\text{Área}$

Lo = Largo Original

L = Largo Final

$\Delta L = L - L_0$

Deformación (ϵ)

$\epsilon = \Delta L / L_0$

LE = Límite Elástico

Nota al maestro: Repite este experimento con al menos dos grupos mas de estudiantes, para que se pueda obtener un promedio de los datos.

Obtén los datos de dos personas diferentes que hayan hecho las pruebas a otras columnas de gelatina con tus mismas concentraciones. Luego obtén el promedio del largo obtenido en cada fuerza y completa la columna de promedio, en cada concentración.

Identifica el Límite Elástico en cada prueba, saca el promedio de (LE) para cada concentración y anótalos en la tabla **Límite Elástico (LE) vs Concentración (0.5, 1.0, 1.5oz)**.

7. Analizando los datos obtenidos – (Es recomendable usar Excel.)

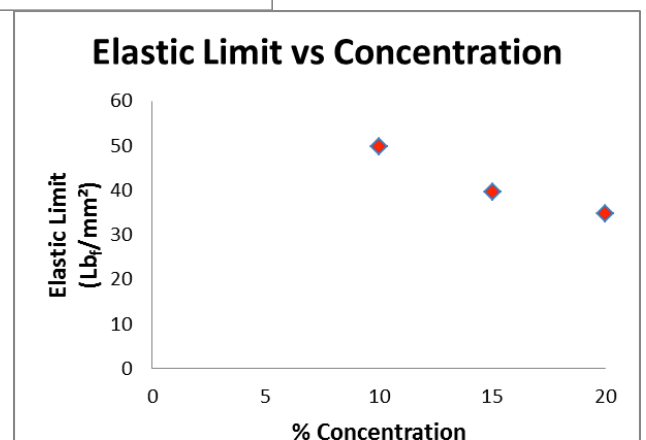
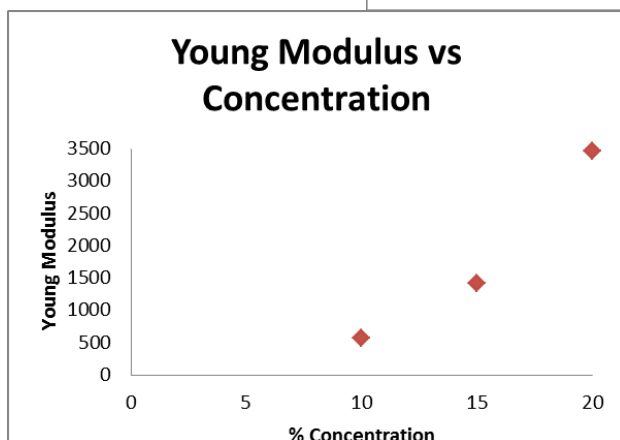
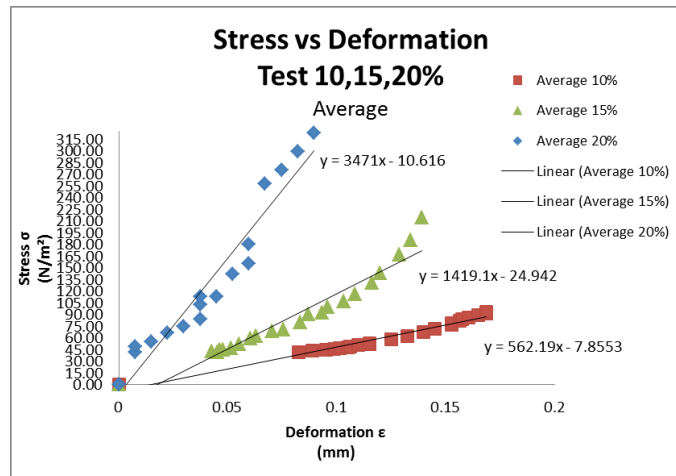
Ver gráficas de ejemplos luego de las instrucciones.

Prepara una gráfica de puntos con los valores promediados donde compares el **Esfuerzo (σ) vs Deformación (ϵ)**, para cada concentración. (Coloca en un solo plano cartesiano las tres gráficas)

Obtén la pendiente de la gráfica para cada concentración y anótalas en la tabla **Módulo de Young vs Concentración (0.5, 1.0, 1.5oz)**. Prepara una gráfica de puntos donde compares estos valores.

Prepara una tercera gráfica comparando el **Límite Elástico (LE) vs Concentración (0.5, 1.0, 1.5oz)**

Ejemplos de gráficas para que sirvan de guías:



8. Buscando en la literatura

(Tarea Asignada para contestar en papel aparte de forma resumida, luego la usaran para la parte de conclusiones) Esta tarea puede ser asignada antes de comenzar el laboratorio.

Haz uso del Internet para investigar sobre lo siguiente:

Propiedades Mecánicas

1. Definición de Propiedades Mecánicas
2. Diferentes tipos Propiedades Mecánicas con un ejemplo de su utilidad en la vida diaria de cada una.

Elasticidad

1. Definición
2. Ejemplos de materiales usados en la vida diaria y/o fabricados cuya propiedad más importante es la elasticidad.

Ley de Hooke

1. Definición
2. Fórmula de Hooke $K = \epsilon / \sigma$
3. ¿Qué demuestra esta fórmula?
4. K significa...
5. ϵ significa...
6. σ significa...
7. Según esta fórmula a mayor K , el material es (¿más o menos?) elástico.

Módulo de Young

1. Definición
2. Fórmula del Modulo de Young $E = \sigma / \epsilon$ ¿Qué significa esta fórmula?
3. E significa...
4. σ significa...
5. ϵ significa...
6. Según esta fórmula a mayor E , el material es (¿más o menos?) elástico.

Gelatina

1. ¿De donde proviene la gelatina que consumimos?
2. Se recomienda el consumo de gelatina porque es una fuente de _____.
3. Investiga sobre el uso de gelatina en la fabricación de medicamentos (“Drug Delivery”). Menciona ejemplos de medicamentos que se hacen a base de gelatina.

4. ¿Que propiedades tiene la gelatina que la hacen tan importante en la Ingeniería química, farmacéutica y otras?

9. Interpretando mis datos (Esta tarea puede ser en pequeños grupos cooperativos, dentro del salón.)
Haciendo uso de las gráficas, contesta lo siguiente:

Gráfica de Esfuerzo (σ) vs Deformación (ϵ)

1. ¿A que concentración de gelatina se obtuvo mayor deformación promedio, con menos esfuerzo?

Gráfica de Módulo de Young vs Concentración

1. ¿A que concentración se obtuvo el menor Modulo de Young?

Gráfica de Límite Elástico (LE) vs Concentración

1. ¿A que concentración se obtuvo el menor límite elástico?
2. Comparando esta respuesta con la de la Gráfica del Modulo de Young, ¿tiene sentido? ¿Por qué?

10. Llegando a conclusiones

Trabaje esta parte en pequeños grupo cooperativos.

Verifica los resultados obtenidos y compáralos con la información obtenida en la literatura (“Internet”).

- a. Según la literatura encontrada los materiales con Modulo de Young grandes son (**¿mas o menos?**) elásticos.
- b. Los resultados obtenidos (**¿confirman o no confirman?**) lo que existe en la literatura.
- c. Según nuestros datos, si se busca fabricar una cápsula medicinal a base de gelatina que sea bien elástica, esta debería contener (**¿grandes o bajas?**) concentraciones de gelatina.
- d. Un material tiene comportamiento elástico siempre y cuando _____.
- e. El punto donde se pierde el comportamiento elástico se llama _____.
- f. Los materiales exhiben el comportamiento elástico mayormente a esfuerzos (**¿mayores o menores?**).
- g. Cuando se remueve un esfuerzo sobre un material y este no vuelve a su forma original, su comportamiento es _____?

h. ¿Qué importancia puede tener el conocer el comportamiento elástico de una gelatina para la ingeniería?

11. Dándole continuidad a este tema

Materiales Compuestos

Se puede continuar este laboratorio modificando mi muestra y comparando su elasticidad al mezclar mi gelatina con otros materiales. Ejemplos de materiales: (harina, azúcar, espuma “foam”, arena de diferentes tamaños para ver el efecto del tamaño de la partícula, otros).

En este caso se escoge la concentración que se probó es la que brinda más elasticidad a la gelatina. Ahora la concentración es una constante y se manipula la variable de la cantidad del producto añadido. En el caso de tener un sedimento (arena) con diferentes tamaños de partículas, se puede utilizar el tamaño de la partícula como variable manipulada (independiente).

Huevos elásticos

Probar la elasticidad de un huevo luego de pasar dos o mas días en vinagre. Cuando dejas un huevo (gallina) en vinagre, éste pierde su cáscara y se vuelve elástico. Puedes probar como el tiempo expuesto al vinagre afecta la elasticidad. También puedes probar la elasticidad de diferentes tipos de huevos (gallina, pato, avestruz). Como una idea para un proyecto de feria científica, se puede probar como el alimento de la gallina afecta la facilidad con que se disuelve el cascarón en el vinagre. Luego se puede probar el efecto del alimento en la elasticidad del huevo. El vinagre es un ejemplo de un ácido y puede ser usado para explicar el efecto de la acidificación de los océanos sobre los organismos con coberturas de carbonato de calcio como el huevo.

Información de Trasfondo

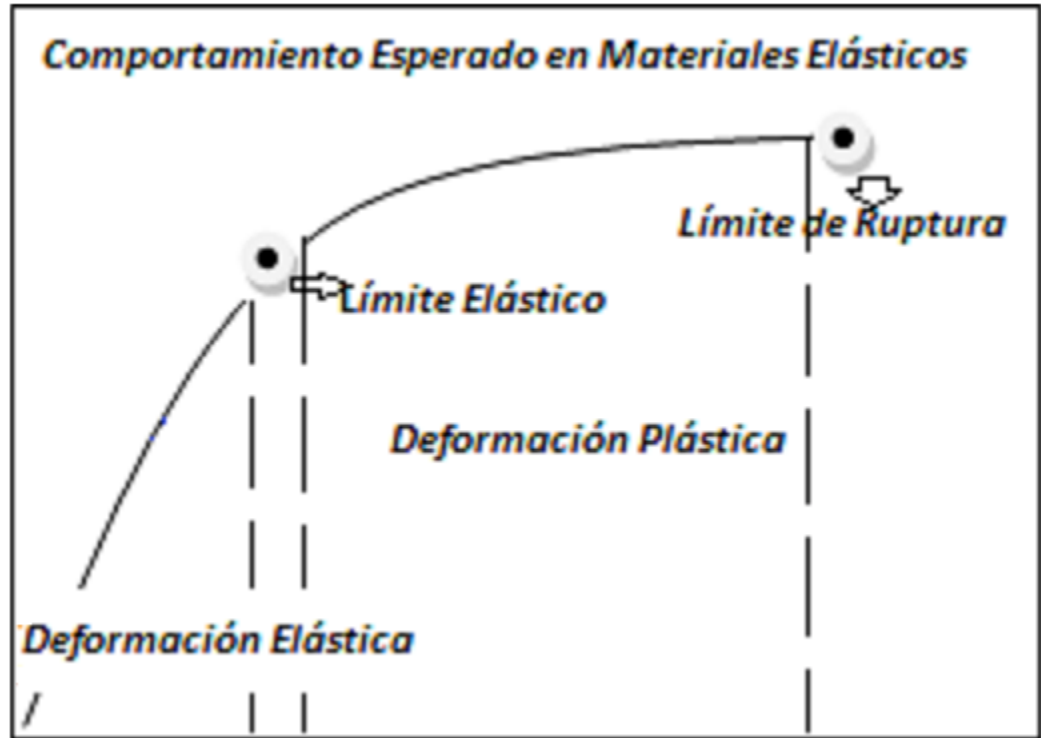
Deformación de los cuerpos sólidos

Un cuerpo se deforma (su forma varía), bajo la acción de fuerzas externas. Si esa deformación desaparece (vuelve a su forma original) al cesar la fuerza, es una **deformación elástica**. De lo contrario, si al cesar la fuerza, el cuerpo recupera un poco de su forma original pero una parte no, es una **deformación plástica**.

Muchos cuerpos expresan generalmente un comportamiento elástico durante un tiempo, muchas veces al aplicarle pequeñas fuerzas. Según la fuerza externa elástica aumenta, cambian su comportamiento elástico a plástico. El punto donde ese comportamiento cambia de elástico a plástico se conoce como **límite elástico**.

Si las fuerzas externas continúan aumentando, llegará a un punto donde el cuerpo se rompa. A ese punto donde un cuerpo ya no puede ser plástico y se rompe se le conoce como el **límite de ruptura**.

Este comportamiento regularmente sigue un patrón que se puede expresar gráficamente de esta manera:



Ley de Hooke

Robert Hooke (1635-1703), físico-matemático, químico y astrónomo inglés, quien primero demostró el comportamiento sencillo relativo a la elasticidad de un cuerpo. Hooke estudió los efectos producidos por las fuerzas de tensión, observó que había un aumento de la longitud del cuerpo que era proporcional a la fuerza aplicada. “Cuando se trata de deformar un sólido, este se opone a la deformación, siempre que ésta no sea demasiado grande.”

Luego de varias pruebas principalmente con resortes, Hooke estableció la ley fundamental que relaciona la fuerza aplicada y la deformación producida. La magnitud de la deformación (ΔL) es proporcional a la fuerza (f) aplicada que actúa sobre un objeto:

$$\Delta L = Kf$$

K es el coeficiente de proporcionalidad o de elasticidad. Magnitud constante para la deformación dada y para el cuerpo sólido dado.

ΔL es la deformación, esto es, lo que se ha comprimido o estirado a partir del estado que no tiene deformación. Se conoce también como el alargamiento de su posición de equilibrio. $\Delta L = L_o$ (Longitud original) - L (Longitud final)

f es la fuerza externa aplicada al sólido.

(ΔL es directamente proporcional a **f**)
(ΔL es inversamente proporcional al **Área**)
(ΔL es directamente proporcional a **L**)

Las unidades para **f** son: Newton/metro (New/m).

Coefficiente de Elasticidad (**K**) = Cuantifica la facilidad que tiene un material para deformarse. Materiales con Coeficiente de Elasticidad alto son más elásticos.

Módulo de Elasticidad o Módulo de Young (**E**) = Resistencia que opone un material al ser deformado. Materiales con Módulo de Elasticidad alto son menos elásticos.

Esfuerzo (**σ**) = F/A
Deformación (**ϵ**) = $\Delta L / L_0$

Fórmulas para **K**

$$K = \epsilon \text{ (Deformación)} / \sigma \text{ (Esfuerzo)}$$

Fórmulas para **E**

$$E = \sigma \text{ (Esfuerzo)} / \epsilon \text{ (Deformación)}$$

Materiales Suplementarios

Ejemplos de tablas de datos:

Tabla 1. Prueba Elástica Prueba Elástica # _____ para la gelatina con concentración _____ Lo _____ mm Área= _____ mm ² A = πr^2					
Dato #	Fuerza Aplicada F (Lb _f) (N)	Largo L (mm)	Relajación (Para determinar límite elástico) (mm)	Esfuerzo (σ) $\sigma = F/A$ (N/mm ²)	Deformación (ϵ) $\epsilon = \Delta L / L_0$ $\Delta L = L_0 - L$ (mm)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Tabla 2. Promedios de Esfuerzos y Deformaciones Esfuerzo Promedio = $\Sigma(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) / 3$ Deformación Promedio = $\Sigma(\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3) / 3$								
Concentración			Concentración			Concentración		
Dato #	Esfuerzo (σ) Promedio	Deformación (ϵ) Promedio	Dato #	Esfuerzo (σ) Promedio	Deformación (ϵ) Promedio	Dato #	Esfuerzo (σ) Promedio	Deformación (ϵ) Promedio
1			1			1		
2			2			2		
3			3			3		
4			4			4		
5			5			5		
6			6			6		
7			7			7		
8			8			8		
9			9			9		
10			10			10		

Tabla 3. Límite Elástico	
Límite Elástico σ Máximo sin perder elasticidad	
Concentración _____	Límite Elástico
Prueba 1	
Prueba 2	
Prueba 3	
Promedio	
Concentración _____	Límite Elástico
Prueba 1	
Prueba 2	
Prueba 3	
Promedio	
Concentración _____	Límite Elástico
Prueba 1	
Prueba 2	
Prueba 3	
Promedio	

Tabla 4. Módulo de Young (K)	
Módulo de Young (K) Se obtiene de la pendiente de la gráfica $y=mx-b$, m = Módulo de Young	
Gráficas de los promedios	K
Promedio concentración _____	
Promedio concentración _____	
Promedio concentración _____	

Referencias

- Bin Liu, Pinghua Lin, Yan Shen & Yinsheng Dong (2008). Porous bioceramics reinforced by coating gelatin. *J Mater Sci: Mater Med*, 19:1203–1207.
- Fundación Educativa Héctor A. García. *Ley de Hooke*. Recuperado el 10 de junio de 2012, de http://www.proyectosalonthogar.com/Enciclopedia_Ilustrada/Ciencias/Ley_de_Hooke.htm
- Frydrych M., Wan C., Stengler R., O'Kelly K. and Chen B..(2011). Structure and mechanical properties of gelatin/sepiolite nanocomposite. *J. Mater. Chem*, 21, 9103-9111.
- Gil, S. *Introducción a la Teoría de la Elasticidad*. Recuperado el 2 de julio de 2012, de http://www.fisicarecreativa.com/papers_sg/papers_sgil/Docencia/elasticidad1.pdf.
- Peña, C., De la Caba, K, Eceiza A., Ruseckaite R, Mondragon, I. (2010). Enhancing water repellence and mechanical properties of gelatin films by tannin addition. *Bioresource Technology*, 101:6836–6842.

Autores

Participante de RET: **Brenda Lee Estévez Moreno**

Equipo Líderes de RET: Linda Vargas, Lourdes Viera, Milagros Acosta, Rose Saavedra, Samirah Mercado, Nelson Cardona, Heberth Diestra Cruz, Suhailly Rodríguez Rivera, Aldo Acevedo Rullán.

Gelatina Elástica – Version Estudiante

Experiencia Investigativa para amantes de la Física

La elasticidad es un ejemplo de una propiedad mecánica muy usada en la ingeniería. Gracias a esta conducta que tienen ciertos materiales, hoy día tenemos chalecos anti balas, puentes, resortes y hasta medicamentos.

Se describe como elástico a aquel material que se deforma al aplicarle una fuerza externa; pero que vuelve a su estado original una vez se elimine esa fuerza externa. Los factores que rigen este comportamiento elástico están descritos bajo la Ley de Hooke.

Por lo regular los sólidos elásticos pueden comportarse elásticamente con fuerzas menores y al aumentarle la fuerza cambian su comportamiento a plástico. Un comportamiento plástico ocurre cuando el material se deforma ante la fuerza externa, pero una vez se elimina la fuerza, no puede recuperar completamente su forma original. Hay una deformación permanente. De continuarse aumentando la fuerza, el material llegará hasta un límite donde se rompe.

En esta experiencia investigativa analizarás el comportamiento de una columna hecha de gelatina. Describirás su comportamiento y lo compararás con la ley que rige el comportamiento elástico, la Ley de Hooke.

Objetivos

Luego de completar la actividad, los estudiantes serán capaces de:

6. Definir la propiedad mecánica de elasticidad en un material e identificar factores que la afecten.
7. Desarrollar hipótesis y ponerlas a prueba.
8. Practicar la construcción de gráficas y el análisis de las mismas (Pendientes, relaciones directamente proporcional e inversamente proporcional, etc.).
9. Calcular matemáticamente el promedio, la deformación, el esfuerzo.
10. Evaluar las aportaciones de la física y la ingeniería a nuestra sociedad.

Materiales para la actividad:

1. Agua potable de la llave
2. Probeta
3. Gelatina sin sabor
4. Cuchara o vasito calibrado en cucharadas (usado para medicamentos)
5. Hornilla con agitador magnético “Hot and Sir Plate” ó hornilla regular con un agitador manual, siempre se va a necesitar agitador manual y guantes de calor. La hornilla se puede cambiar por un microondas.
6. Envase de cristal que pueda calentar en la hornilla (beaker, olla, etc.)
7. Líquido lubricante (Aceite, vaselina, etc.)
8. 3 Envases plásticos con forma de columna para formar la gelatina (Deben tener el mismo ancho de arriba abajo).
9. 3 envases iguales adicionales de cristal (beaker, vaso, etc.)
10. Nevera

11. “The Crusher” – (Equipo usado para hacer pruebas de fuerza a columnas de papel)

Instrucciones de la Actividad

C. Previo al laboratorio

Analiza lo siguiente:

¿Cómo se ven reflejadas las propiedades mecánicas de la elasticidad y la plasticidad en la gelatina?

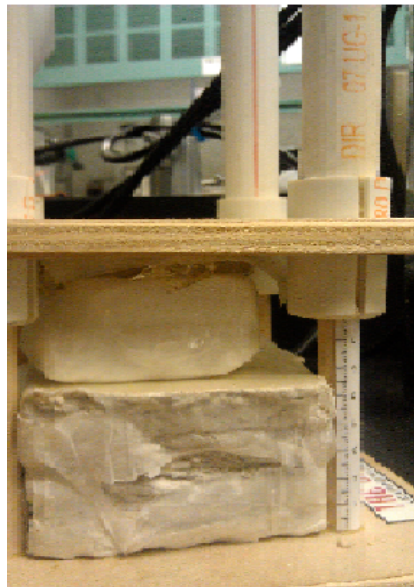
Si se aplasta un poco la gelatina, ¿que pasaría? Y si se sigue aumentando la fuerza, ¿que pasaría?

¿Hasta que punto se puede decir que la gelatina es elástica?

¿Qué factores podrían afectar la elasticidad de la gelatina?

D. Modificando mi equipo “The Crusher”

3. Usa una regla pequeña para construir una regla de papel en cm. Pega esta regla de papel en uno de los tubos de madera del “Crusher” como se muestra en las fotos. Preferiblemente empezando con el número 1, de abajo para arriba.
4. Prepara una base en madera o algún material firme para subir tu gelatina, ver fotos. De no tener nada para construir la base, puedes usar varios platos Petri plásticos.



C. Laboratorio Probando los factores que afectan la elasticidad de la gelatina

Concentración vs Elasticidad

Nota: Escoger un factor a la vez para probar. En este caso se estará trabajando con la concentración de gelatina pero fácilmente se puede variar para probar otro factor. Bien importante recordar que hay que controlar los demás factores: Temperatura, tipo de envase, ect.

12. Prepara el envase de la gelatina.

Mide el ancho (radio) de la abertura de tu envase. Usando la fórmula de área

$A = \pi r^2$, calcula el área que tendría la parte superior de tu gelatina y anota este valor en la tabla de datos. Procura siempre trabajar con este lado medido de la columna de gelatina hacia arriba.

Cubre de vaselina el interior de los envases plásticos que vayas a usar para formar la columna de gelatina. (Esto para hacer más fácil el extraer la columna de gelatina fría.)

13. Preparar tres columnas de gelatina con tres concentraciones diferentes.

La cantidad de agua que vas usar va a depender de los envases que tengas para echarlas. Por ejemplo, si tienes tres envases donde puedas echar aproximadamente 150 ml de agua en cada uno, entonces no puedes usar más de 100ml de agua para preparar la gelatina en cada frasco. (Esto es así para dejar espacio al polvo de la gelatina.)

Para preparar una gelatina con 100 ml de agua, 25ml (1/4parte) debe ser agua fría y 75ml (3/4partes) deben ser calientes al punto de hervir. Según las instrucciones en la caja de la gelatina. Ten mucho cuidado con el envase ya que se calienta, para evitar quemarte usa los guantes. El agua puede calentarse en una hornilla o hasta en el microondas, recuerda siempre calentar de la misma manera el agua de todas las columnas que prepares.

En un envase de cristal (Beaker) disuelve dos sobres de gelatina (.5oz) con 25ml del agua fría, agita y deja reposar (~1 minuto). Con los guantes de seguridad, vierte sobre ellos 75ml de agua caliente y agita.

Vierte esta mezcla en el envase plástico con vaselina y deja en la nevera por lo menos 1 hora, puede ser de un día para el otro. (Tienes que asegurarte de que las columnas de gelatina estén en la nevera por el mismo tiempo, ya que esto puede ser un factor que afecte su elasticidad.)

Repite los mismo pasos para una columna de gelatina de 100ml de agua y cuatro sobres de gelatina (1.0 oz). Luego prepara la tercera columna con 6 sobres (1.5oz) y 100ml de agua.

14. Sacando la columna de gelatina

Ya formada la columna de gelatina, sácala de la nevera y trata de sacarla con cuidado de su envase. Empieza por la columna de gelatina de menor concentración. Presiona un poco los lados del envase para despegar la gelatina y permitir que el aire entre por los lados. (Esta es la parte que requiere más paciencia y cuidado ya que puedes romper la columna.) En el caso de que sea imposible extraer la columna puedes recurrir a introducir una varita (ejemplo una

lima de uñas) bien fina por el borde, teniendo el cuidado de no romper la gelatina. En casos extremos se puede recurrir a calentar un poco con una secadora de pelo.

15. Verificando el comportamiento de nuestra gelatina

Si se tienen varios “Crusher” se puede dividir las columnas de gelatina y trabajarlas por grupos cooperativos. Al final se comparten los datos.

Una vez que tengas la columna de gelatina, colócala en el “Crusher”. Es posible que tu columna sea muy bajita para que el “Crusher” la pueda aplastar. Si este es el caso añade una base firme que te brinde la altura deseada.

Mide la altura de tu gelatina usando la regla de papel que previamente se colocó en un tubo del “Crusher”, y escríbela en la tabla de datos como largo original (**Lo**). Puedes ayudarte con una regla plástica sobre la gelatina hasta la medida, para mayor seguridad en la lectura.

Obtén el peso de la plataforma superior del “Crusher” con la botella vacía y escríbelo en la tabla como la primera fuerza. Según el fabricante esta plataforma pesa una libra (1lb).

Coloca con cuidado la plataforma superior del “Crusher” con la botella vacía sobre la columna de gelatina. Usando la regla de papel, mide cuanto bajó esta plataforma. A la medida que indique la regla tienes que sumarle 2.3cm. (Esta es la medida del pedazo de tubo PVC que está por debajo de la plataforma superior.) Escribe esta medida en la columna de Largo (**L**), al lado de la primera fuerza, 1 lb.

Levanta la plataforma espera unos segundos y mide el largo de la columna de gelatina y escríbelo en la columna de relajación. ¿Volvió al largo original (**Lo**)? Si es así, quiere decir que soporta esta fuerza sin perder su comportamiento elástico.

Continúa este procedimiento pero esta vez añadiendo agua en la botella y midiendo cuando se aplasta y cuanto mide al soltar la plataforma, cada media libra (1/2lb).

Identifica la fuerza máxima que soporta sin perder elasticidad, con (**LE**) y anótala en la tabla de Límite de Elasticidad.

Nota: Si deseas puedes continuar añadiendo agua (fuerza) hasta que la gelatina se rompa. Pero una vez se pierde el largo original, el comportamiento que estamos viendo es plástico y no elástico. Los datos hasta el límite elástico son los que se van a usar para obtener el Módulo de Elasticidad. Los datos completos hasta que se rompa la gelatina pueden ser usados para obtener la información del comportamiento completo del material, principalmente del límite de ruptura. Los datos necesarios para los objetivos principales de este laboratorio son hasta el límite de elasticidad. Pero si dispones del tiempo puedes completar la gráfica del comportamiento completo de la gelatina.

16. Repitiendo el procedimiento principal

Una vez terminaste con la prueba de elasticidad a la columna de menor concentración, continúa repitiendo el procedimiento con las otras dos columnas.

Esfuerzo (σ)
 $\sigma = F/\text{Área}$

L_o = Largo Original

L = Largo Final

$\Delta L = L_o - L$

Deformación (ϵ)

$\epsilon = \Delta L / L_o$

LE = Límite Elástico

Recuerda identificar tu tabla de datos con la concentración de tu muestra analizada (.5oz, 1oz. y 1.5oz.).

17. Reproduciendo datos para promediar

Obtén los datos de dos personas diferentes que hayan hecho las pruebas a otras columnas de gelatina con tus mismas concentraciones. Luego obtén el promedio del largo obtenido en cada fuerza y completa la columna de promedio, en cada concentración. Necesitas tres pruebas de cada concentración para el promedio.

Identifica el Límite Elástico en cada prueba, saca el promedio de (LE) para cada concentración y anótalos en la tabla **Límite Elástico (LE) vs Concentración (0.5, 1.0, 1.5oz)**.

18. Analizando los datos obtenidos -

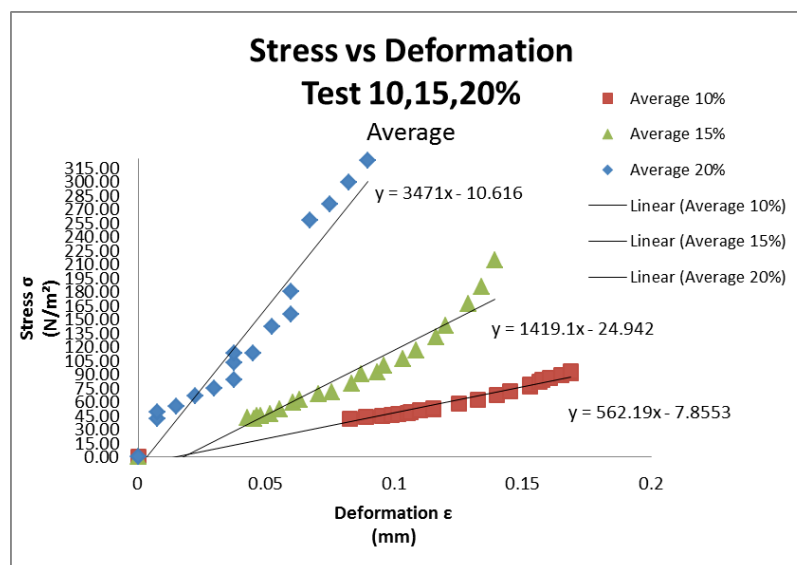
(Para esta parte es recomendable el uso del programa de computadoras Excel.)
Ver gráficas de ejemplos luego de las instrucciones.

Prepara una gráfica de puntos con los valores promediados donde compares el **Esfuerzo (σ) vs Deformación (ϵ)**, para cada concentración. (Coloca en un solo plano cartesiano las tres gráficas)

Obtén la pendiente de la gráfica para cada concentración y anótalas en la tabla **Módulo de Young vs Concentración (0.5, 1.0, 1.5oz)**. Prepara una gráfica de puntos donde compares estos valores.

Prepara una tercera gráfica comparando el **Límite Elástico (LE) vs Concentración (0.5, 1.0, 1.5oz)**

Ejemplos de gráficas para que sirvan de guías:



Young Modulus vs Concentration

3500
3000
2500

◆

Elastic Limit vs Concentration

60
50
40

limit
m²)

◆

◆

◆

19. Buscando en la literatura

(Tarea Asignada para contestar en papel aparte de forma resumida, luego la usarán para la parte de conclusiones).

Haz uso del Internet para investigar sobre lo siguiente:

Propiedades Mecánicas

3. Definición de Propiedades Mecánicas
4. Diferentes tipos Propiedades Mecánicas con un ejemplo de su utilidad en la vida diaria de cada una.

Elasticidad

3. Definición
4. Ejemplos de materiales usados en la vida diaria y/o fabricados cuya propiedad más importante es la elasticidad.

Ley de Hooke

8. Definición
9. Fórmula de Hooke $K = \epsilon / \sigma$
10. ¿Qué demuestra esta fórmula?
11. K significa...
12. ϵ significa...
13. σ significa...
14. Según esta fórmula a mayor K , el material es (¿más o menos?) elástico.

Módulo de Young

7. Definición
8. Fórmula del Modulo de Young $E = \sigma / \epsilon$ ¿Qué significa esta fórmula?
9. E significa...
10. σ significa...
11. ϵ significa...
12. Según esta fórmula a mayor E , el material es (¿más o menos?) elástico.

Gelatina

5. ¿De donde proviene la gelatina que consumimos?
6. Se recomienda el consumo de gelatina porque es una fuente de _____.

7. Investiga sobre el uso de gelatina en la fabricación de medicamentos (“Drug Delivery”). Menciona ejemplos de medicamentos que se hacen a base de gelatina.
8. ¿Que propiedades tiene la gelatina que la hacen tan importante en la Ingeniería química, farmacéutica y otras?

20. Interpretando mis datos

Haciendo uso de las gráficas, contesta lo siguiente:

Gráfica de Esfuerzo (σ) vs Deformación (ϵ)

2. ¿A que concentración de gelatina se obtuvo mayor deformación promedio, con menos esfuerzo?

Gráfica de Módulo de Young vs Concentración

2. ¿A que concentración se obtuvo el menor Modulo de Young?

Gráfica de Límite Elástico (LE) vs Concentración

3. ¿A que concentración se obtuvo el menor límite elástico?
4. Comparando esta respuesta con la de la Gráfica del Modulo de Young, ¿tiene sentido? ¿Por qué?

21. Llegando a conclusiones

Trabaje esta parte en un pequeño grupo cooperativo (2 a3 personas).

Verifica los resultados obtenidos y compáralos con la información obtenida en la literatura (“Internet”).

- a. Según la literatura encontrada los materiales con Modulo de Young grandes son (**¿mas o menos?**) elásticos.
- b. Los resultados obtenidos (**¿confirman o no confirman?**) lo que existe en la literatura.
- c. Según nuestros datos, si se busca fabricar una cápsula medicinal a base de gelatina que sea bien elástica, esta debería contener (**¿grandes o bajas?**) concentraciones de gelatina.
- d. Un material tiene comportamiento elástico siempre y cuando

e. El punto donde se pierde el comportamiento elástico se llama _____.

f. Los materiales exhiben el comportamiento elástico mayormente a esfuerzos

Prueba Elástica # _____ para la gelatina con concentración _____ Área= _____ mm ² $A = \pi r^2$ Lo _____ mm

(¿mayores o menores?).

g. Cuando se remueve un esfuerzo sobre un material y este no vuelve a su forma original, su comportamiento es _____?

h. ¿Qué importancia puede tener el conocer el comportamiento elástico de una gelatina para la ingeniería?

Tablas de Datos

Dato #	Fuerza Aplicada F (Lbf) (N)	Largo L (mm)	Relajación (Para determinar límite elástico) (mm)	Esfuerzo (σ) $\sigma = F/A$ (N/mm ²)	Deformación (ϵ) $\epsilon = \Delta L / L_o$ $\Delta L = L_o - L$ (mm)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Usa estas tablas para anotar tus datos y hacer las gráficas.



Concentración _____	Límite Elástico
Prueba 1	
Prueba 2	
Prueba 3	
Promedio	
Promedios de Esfuerzos y Deformaciones	
Concentración _____	Límite Elástico
Prueba 1	
Prueba 2	
Prueba 3	
Promedio	
Concentración _____	Límite Elástico
Prueba 1	
Prueba 2	
Prueba 3	
Promedio	

Módulo de Young (K) Se obtiene de la pendiente de la gráfica $y=mx-b$, $m=$ Módulo de Young	
Gráficas de los promedios	K
Promedio concentración _____	
Promedio concentración _____	
Promedio concentración _____	

Esfuerzo Promedio = $\Sigma(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) / 3$						Deformación Promedio = $\Sigma(\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3) / 3$		
Concentración			Concentración			Concentración		
Dato #	Esfuerzo (σ) Promedio	Deformación (ϵ) Promedio	Dato #	Esfuerzo (σ) Promedio	Deformación (ϵ) Promedio	Dato #	Esfuerzo (σ) Promedio	Deformación (ϵ) Promedio
1			1			1		
2			2			2		
3			3			3		
4			4			4		
5			5			5		
6			6			6		
7			7			7		
8			8			8		
9			9			9		
10			10			10		
11			11			11		
12			12			12		
13			13			13		
14			14			14		
15			15			15		
16			16			16		
17			17			17		
18			18			18		
19			19			19		
20			20			20		

Referencias

Bin Liu, Pinghua Lin, Yan Shen & Yinsheng Dong (2008). Porous bioceramics reinforced by coating gelatin. *J Mater Sci: Mater Med*, 19:1203–1207.

Fundación Educativa Héctor A. García. *Ley de Hooke*. Recuperado el 10 de junio de 2012, de http://www.proyectosalonthogar.com/Enciclopedia_Ilustrada/Ciencias/Ley_de_Hooke.htm

Frydrych M., Wan C., Stengler R., O'Kelly K. and Chen B..(2011). Structure and mechanical properties of gelatin/sepiolite nanocomposite. *J. Mater. Chem*, 21, 9103-9111.

Gil, S. *Introducción a la Teoría de la Elasticidad*. Recuperado el 2 de julio de 2012, de http://www.fisicarecreativa.com/papers_sg/papers_sgil/Docencia/elasticidad1.pdf.

Peña, C., De la Caba, K., Eceiza A., Ruseckaite R, Mondragon, I. (2010). Enhancing water repellence and mechanical properties of gelatin films by tannin addition. *Bioresource Technology*, 101:6836–6842.

Autores

Participante de RET: **Brenda Lee Estévez Moreno**

Equipo Líderes de RET: Linda Vargas, Lourdes Viera, Milagros Acosta, Rose Saavedra, Samirah Mercado, Nelson Cardona, Heberth Diestra Cruz, Suhailly Rodríguez Rivera, Aldo Acevedo Rullán.

