



OLIMPIADA CIENTÍFICA DE LA UNIÓN EUROPEA
2008
FASE PREVIA DE SELECCIÓN NACIONAL

Estimado/a Profesor/a:

En primer lugar queremos agradecer tu valiosa colaboración en este proyecto y el tiempo y entusiasmo de tu dedicación. Seguro que tus alumnos también te lo agradecerán.

Te adjuntamos las pruebas de laboratorio que deberán realizar los equipos. La única información que te suministraremos es la que se incluye a continuación, ya que en esta Olimpiada es muy importante que los componentes del equipo que presentas se acostumbren a planificar los experimentos, sepan obtener información de la bibliografía, hagan un diseño lógico basado en datos científicos, aprendan el manejo de algunos instrumentos de laboratorio y, al final, valoren los resultados obtenidos, todo ello bajo tu supervisión. Por eso es tan importante que tu equipo nos envíe la justificación de la metodología utilizada.

Profesores de las distintas disciplinas implicadas valorarán tanto los resultados experimentales obtenidos como los otros aspectos establecidos en las reglas de la competición europea (www.euso.dcu.ie/euso/constitution/index.htm) y que se consideran igualmente importantes.

Esperamos que al menos uno de los equipos que prepares, si es que presentas más de uno, resulte ganador en esta fase previa, que puedas acompañarles en su viaje a Murcia y así poder conocerte personalmente y que, además, puedas formar parte de la delegación española que asistirá a la EUSO-2008 en Nicosia, de 11 al 17 mayo, 2008.

Un cordial saludo.

Los Profesores responsables de EUSO España-2008

P.S: El informe debe ser enviado por correo a:

Real Sociedad Española de Física o
Facultad de Física
Ciudad Universitaria
28040 Madrid

Real Sociedad Española de Química
Facultad de Química
Ciudad Universitaria
28040 Madrid

Los informes deben llegar antes de las 12.00 h del día 15 de Enero 2008. Los que se reciban después de esa hora no serán evaluados. Los resultados de la selección previa se harán públicos en la pag. web de las Sociedades en los primeros días de febrero, y la fase nacional se organizará en Murcia el 13 Febrero.

EXPERIMENTO 1. Energía de una goma elástica

Adolf Cortel Ortuño

El experimento que se propone consiste en utilizar una goma elástica para lanzar un objeto, en un montaje parecido a un tirachinas: la energía elástica acumulada en la goma se transforma en energía cinética del objeto.

En la primera parte el lanzamiento se hace desde una mesa, y el objeto cae al suelo a una distancia que depende, entre otros factores, del estiramiento previo de la goma. En la segunda parte el lanzamiento se hace en el suelo (o en una mesa grande), y el objeto resbala hasta detenerse a una distancia que también depende del estiramiento de la goma.

El objetivo de la prueba es determinar de modo experimental en cada situación la relación matemática entre la distancia alcanzada por el objeto, d , y el estiramiento de la goma, x . También se pide la deducción de un modelo teórico sencillo que permita justificar los resultados experimentales.

Materiales y montaje**

El montaje propuesto consiste en una especie de tirachinas que permite medir el estiramiento de la goma al lanzar un objeto. Únicamente a modo de ejemplo, funciona bien una estructura hecha con dos listones clavados o atornillados a una pieza rectangular de madera que los mantiene separados. La goma se sujeta a dos pequeños tornillos con gancho. Debajo, se ha pegado una cartulina con marcas cada 5 mm, con el 0 justo debajo de la goma, que permiten medir el estiramiento.

El objeto que se lanza puede ser un taco prismático de madera, fácil de sujetar con la goma estirada. En este caso, el lanzamiento correcto requiere soltar el objeto como si se liberara un gancho que lo sujetara por ambos lados, y ello requiere algo de práctica.

Cuando el objeto resbala por el suelo, la distancia alcanzada se mide fácilmente con la ayuda de una cinta métrica extendida en el suelo. En cambio,



cuando el objeto se lanza desde la mesa, se ha de determinar visualmente el punto de impacto (lo que resulta fácil, aunque con algo de incertidumbre)

**** *Este montaje únicamente es orientativo. Ello significa que no es el único posible ni, probablemente, el mejor. Se anima a los participantes a diseñar y utilizar cualquier otro montaje que crean más conveniente para hacer el experimento.***



Primera parte: Goma que lanza un objeto desde una mesa

a) Parte experimental:

El “lanzador” se ha de colocar encima de una mesa de modo que el objeto se lance hacia el suelo. Se ha de medir la distancia alcanzada por el objeto, d , en función del estiramiento de la goma, x .

Un sistema tan simple es muy propenso a errores, por ello, se recomienda hacer varios lanzamientos para cada estiramiento y determinar el valor medio de d así como el error de esta medida.

Se ha de representar gráficamente el valor de d en función de x y, a partir de la representación, se ha de deducir la relación entre x y d .

En el informe se han de incluir:

- fotografías o dibujos del montaje utilizado (con todas las piezas)
- cómo se ha utilizado el montaje encima de la mesa para lanzar el objeto.
- cómo se ha medido la distancia que ha alcanzado el objeto
- Tabla con:
 - valores del estiramiento, x .
 - valores de la distancia d_1, \dots, d_n , alcanzada para cada estiramiento
 - valor medio de la distancia, d , y desviación standard para cada estiramiento
- Gráfica de d en función de x . Se valorará que la representación incluya las incertidumbres de las medidas representadas (Si se ha utilizado algún programa que no permita la introducción de incertidumbres de puntos individuales, pueden añadirse “a mano” en la representación).
- Ecuación que relaciona d y x , deducida a partir de la representación gráfica.

b) Análisis:

Justificar los resultados experimentales a partir de las consideraciones siguientes:

- la energía elástica de una goma $(1/2)Kx^2$ (K es la constante de elasticidad de la goma) se transforma totalmente en energía cinética del objeto $(1/2)mv^2$
- Un objeto que se lanza horizontalmente desde una cierta altura tiene movimiento uniforme en dirección horizontal mientras que su movimiento vertical tiene aceleración constante.
- Deducir la ecuación que relaciona d y x
- Relacionar la ecuación teórica y los resultados experimentales (haciendo, si es necesario, medidas de otras magnitudes: masa del

objeto, altura de la mesa...) para deducir el valor de la constante de elasticidad de la goma

Segunda parte: Goma que lanza un objeto que resbala por el suelo

a) Parte experimental

El lanzador se coloca en el suelo (o encima de una mesa grande) y, de un modo parecido a la primera parte, se lanza el objeto midiendo las distancias alcanzadas para distintos estiramientos. La superficie ha de ser lisa y ha de estar limpia.

Del mismo modo, se han de repetir los lanzamientos para poder calcular el valor medio del alcance así como el error. Se han de descartar los lanzamientos en los que el objeto da tumbos en vez de deslizar. Como en la primera parte, el objetivo es representar d en función de x para poder deducir su relación.

En el informe se han de incluir:

- Tabla con:
 - valores del estiramiento, x .
 - valores de la distancia d_1, \dots, d_n , alcanzada para cada estiramiento
 - valor medio de la distancia, d , y desviación standard para cada estiramiento
- Gráfica de d en función de x . Se valorará que incluya las incertidumbres de las medidas
- El análisis teórico del apartado siguiente ha de facilitar la búsqueda de una relación lineal entre d y alguna potencia de x , de modo que a partir de la representación gráfica se pueda obtener una ecuación que relacione d y x mediante una regresión lineal.

b) Análisis:

Justificar los resultados experimentales a partir de las consideraciones siguientes:

- En esta situación, se puede considerar que toda la energía elástica se acaba disipando a causa de la fricción entre la superficie del objeto y el suelo
- Deducir la expresión que relaciona d y x
- Utilizar esta expresión para realizar una representación gráfica de d en función de alguna potencia de x , que permita obtener una ecuación mediante regresión lineal.
- A partir del valor de la constante de elasticidad de la goma obtenido en la primera parte y de medidas de otras magnitudes (masa.....) deducir el coeficiente cinético de fricción entre el objeto y la superficie sobre la que resbala.

Para que pueda ser valorada como merece, es conveniente incluir y documentar en el informe cualquier mejora que se haya realizado respecto a la anterior propuesta de experimento, tanto en lo que se refiere al montaje y a su utilización, como a otros experimentos que se hayan hecho para estudiar como se transforma la energía de una goma elástica.

EXPERIMENTO 2.

Purificación del cobre por vía húmeda

El cobre y sus aleaciones comenzaron a trabajarse en la antigüedad, tanto para la fabricación de herramientas como para la ornamentación. Hoy día todos sabemos de la importancia del cobre debido a sus propiedades (conductibilidad eléctrica y térmica y resistencia a la corrosión) así como la de sus aleaciones (latón, bronce, cuproaluminio, cuproníquel y alpaca).

El cobre nativo suele acompañar a sus minerales; éstos se explotan en minas a cielo abierto, donde se encuentra una capa superior de *cuprita* (Cu_2O) y a continuación, por debajo del nivel freático, la *calcopirita* (CuFeS_2). También son minerales de cobre la *malaquita* y la *azurita*, carbonatos hidratados de cobre(II) [$\text{Cu}(\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O})$].

Para la obtención del metal a partir de sus compuestos (minerales) los tratamientos metalúrgicos dependen de la mena utilizada, requiriendo siempre una etapa final de afino del cobre bruto.

En la experiencia que van a realizar se obtendrá, a partir de cobre, varios de sus compuestos más comunes y a partir de uno de ellos volveremos a obtener el cobre, completando así el ciclo que nos permitirá determinar el rendimiento total del proceso.

Procedimiento

Partiendo de una muestra de cobre puro se intentarán realizar las cinco etapas del ciclo en el mismo recipiente, evitando, en lo posible, los trasvases de sólidos y disoluciones. Las operaciones deben realizarse con el mayor cuidado.

Etapa 1.-

Es conveniente realizarla en vitrina de extracción de gases; no obstante, con las precauciones que se indican se realizará con la suficiente seguridad.

Conéctese un recipiente (A) con salida lateral (puede ser un kitasato, un matraz de dos bocas, o un simple tubo con tapón perforado para la salida de gases) con un frasco lavador y éste con otro frasco lavador, de forma que los gases burbujeen inicialmente por ambos. Si todo está correctamente conectado no debe apreciarse cambio de color en el segundo frasco lavador.

Prepárense 1000 mL de disolución 1 M de sulfato de hierro II. Ponga 500 mL de ella en un frasco lavador y los otros 500 mL en otro, recipientes (B).

Pongan aproximadamente 2 mL de ácido nítrico concentrado en el recipiente (A) y añadan la muestra de cobre (aprox. 1 g), cerrar el recipiente para evitar escape de gases. La reacción procede inmediatamente. Escribir la reacción que tiene lugar (1)

Obsérvese si cambia de color la disolución de sulfato de hierro(II). El cambio de color puede explicarse por la formación de un compuesto de adición. Si el cambio de color se produce en ambos frascos pueden estar saliendo óxidos de nitrógeno, que no deben respirarse.

Cuando cese el burbujeo (reacción terminada), abrir el recipiente A en la vitrina (o utilizando mascarilla y a distancia) y diluir el ácido en exceso con 10 mL de agua destilada.

La disolución (coloreada?) resultante se trasvasa a un vaso de precipitados de 250 mL y en este recipiente (C) se realizarán el resto de las etapas.

Etapa 2.-

Antes de proceder a la realización de esta etapa es de vital importancia conocer y comprender los productos de la etapa 1.

La etapa 2 consiste en basificar la disolución con hidróxido de sodio y precipitar el hidróxido de cobre.

Prepárense 100 mL de disolución 0,2 M de hidróxido de sodio para ir añadiéndola lentamente al recipiente (C). Debe observarse la aparición del precipitado.

Escribase la reacción (2) que se espera haya tenido lugar.

Diséñese un procedimiento para saber si la precipitación ha sido completa.

Etapa 3.-

Una vez realizada y comprendida la etapa 2, procederemos a separar el precipitado de hidróxido de cobre y a calentarlo para su transformación en óxido.

Filtrese el contenido del recipiente (C) en un embudo Büchner (es posible hacerlo en un embudo normal) al vacío.

El filtrado se coloca sobre una cápsula (recipiente D) y se calcina con un mechero Bunsen.

Diséñese un procedimiento para saber si la calcinación ha sido completa.

Escribir la reacción (3) que se ha producido.

Una vez enfriado a temperatura ambiente, el sólido puede ser pesado (preferiblemente con cápsula y calcular la masa de sólido por diferencia)

Calcúlese el rendimiento parcial del proceso hasta la etapa 3.

Etapa 4.-

El óxido de cobre de la cápsula D se redisuelve en ácido sulfúrico para obtener una disolución de sulfato de cobre(II).

Escribir la reacción (4) que se espera realizar.

Prepárense 100 mL de disolución 0,2 M de ácido sulfúrico para ir añadiéndola lentamente al recipiente (D). Debe observarse la desaparición del sólido.

Calcular el volumen de disolución que es necesario añadir, teóricamente, para disolver todo el óxido.

Diséñese un procedimiento para saber si la calcinación ha sido completa.

Si se ha añadido un exceso de ácido debe neutralizarse la disolución hasta pH=5 utilizando la disolución de hidróxido de sodio previamente preparada o una dilución de ella.

Etapa 5.-

Los iones cobre(II) en disolución pueden reducirse a cobre elemental por desplazamiento con cinc metálico en polvo.

Escribir la reacción (5) que se espera realizar.

Añadir una cantidad en exceso de polvo de zinc al recipiente D, calculando la cantidad estequiométrica, teórica, necesaria y añadiendo un 40% en exceso.

Si se observa un burbujeo inicial, será probablemente debido al exceso de ácido que reacciona con el zinc. ¿Cuál es la naturaleza del gas que se puede desprender?

Si no se observa burbujeo, la reacción (5) se produce sin signos externos apreciables, por lo que hay que diseñar un test de presencia de iones cobre.

Diséñese un procedimiento para saber si la reacción ha sido completa. Si se toman muestras para el ensayo de cobre, es conveniente volver el contenido de cobre al recipiente D para que el rendimiento total sea el óptimo.

Una vez completada la reacción 5, debe eliminarse el exceso de zinc en el recipiente D. Para ello basta añadir un exceso de ácido sulfúrico 0,2 M, que reacciona con el zinc metálico pero no con el cobre metálico.

Completada en Etapa 5 solo resta filtrar, en embudo Büchner, para separar el cobre sólido de la disolución, secarlo y pesarlo.

Calcúlese el rendimiento final del proceso.

Enviar fotografías y/o videos del montaje, las reacciones indicadas, los cálculos realizados y los diseños o pruebas indicados.

Aportar cuantas sugerencias se estimen convenientes, sobre todo en materia de seguridad.

EXPERIMENTO 3. **Erosión de un suelo calcinado**

Como sabes los problemas de erosión en nuestro territorio son muy importantes. En algunos territorios del Sur de la Península se llegan a perder hasta 600 Toneladas de suelo por cada Hectárea en cada año. Este dato es alarmante y uno de los factores fundamentales es la cubierta vegetal y las medidas de corrección antierosión que se pueden poner en marcha.

Varias investigaciones intentan buscar especies vegetales que retengan la tierra y que eviten esas pérdidas de suelo. Si a esto unimos la influencia de un incendio por lo que supone de pérdida de matorral, el tema de la erosión como aceleración de la desertización en nuestro país es importante analizarlo.

En la erosión influyen muchos factores y se ha intentado cuantificar de diversas maneras. Está claro que la pendiente que provoca mayor velocidad del agua de escorrentía es uno de los factores claves en los procesos erosivos. El valor de la precipitación anual y mensual es uno de los factores que influyen en ese arrastre de material edáfico.

El tipo de suelo que facilita la infiltración o la evita es un aspecto que se debe tener en cuenta ya que el favorecimiento de traspaso de agua al subsuelo evita la escorrentía. Esta filtración se ve favorecida por la vegetación. Una abundante cobertura vegetal, desacelera la velocidad del agua de escorrentía, lo que facilita la infiltración, a la vez que da cohesión al suelo, lo que evita su arrastre.

Algunos autores han propuesto como medida de la erosión la expresión siguiente:

USLE (Ecuación Universal de Pérdida de Suelo)

$$T_n/\text{ha/año} = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

donde **R** es la suma de la precipitación de cada mes elevada al cuadrado dividida por la precipitación anual, **K** es la permeabilidad en función del tipo de suelo, que se puede calcular según las gráficas siguientes.

<http://edafologia.ugr.es/alumnos/media/pm9915.gif>

<http://edafologia.ugr.es/alumnos/media/k102710.gif>

Además de estos datos teóricos habrá que hacerlos cálculos con los datos de permeabilidad (cm/hora)

La explicación del uso de estos datos se puede ver en:

<http://edafologia.ugr.es/alumnos/u9912.htm>

L y S: se suelen dar el valor **L·S** en la gráfica:

<http://edafologia.ugr.es/alumnos/media/ls9915.gif> que relaciona la pendiente con la longitud de recorrido de la parcela que se está estudiando. Como vamos a usar parcelas menores de un metro, se puede realizar la experiencia contando como 1 el valor de **L**, por lo que sólo influirá la pendiente.

C es el valor de cobertura vegetal.

Para muchos especialistas este factor de cubierta vegetal es el más complicado de evaluar, ya que existen infinitos modos diferentes de cultivar una cosecha, pero también es cierto que, es el que mayor peso presenta en el control de las pérdidas de suelo por erosión. Así, frente a un factor de escala de 1 a 0,1 como valoración de las prácticas de conservación en la erosión de suelo, por parte de la ecuación universal de pérdidas de suelos (USLE), la cubierta vegetal oscila, en su influencia sobre la erosión, con valores desde 1 (barbecho desnudo) a 0,0001 (suelos con excelente cubierta vegetal). Este hecho significa que, combinando adecuadamente la cubierta vegetal, puede conseguirse una reducción de hasta mil veces la erosión, frente a sólo diez veces con prácticas de conservación. Este valor será relativo y es el que se trata de analizar, comparando dos o tres tipos de situaciones.

Por último, **P** que corresponde a la corrección para evitar la erosión: terrazas, muros, etc. Vamos a darle el valor de 1 ya que no se va a hacer ningún tipo de mejora del terreno.

En http://www.forestal.uchile.cl/ambiente_forestal/ambiente_forestal_3/cap6.pdf se puede encontrar tablas con datos de **C** y **P** en determinadas condiciones.

Experimentación

El objetivo es encontrar alguna relación entre la densidad de determinada especie vegetal en un suelo artificial en función de la pendiente y la cantidad de erosión producida. Asimismo, tendríamos que ver la variación en función de la biomasa seca de las raíces, toda la plántula y la parte aérea y la erosión producida.

Al final habrá que comparar los resultados con los datos que existen en la bibliografía y proponer la especie y la densidad más propicia.

Protocolo

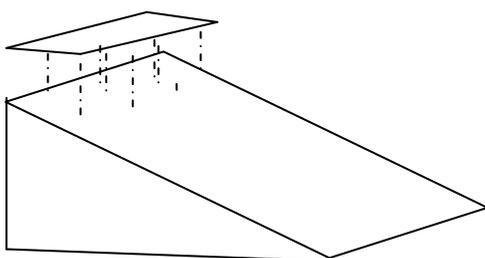
Debes comenzar fabricando distintos tipos de suelo. De cara a homogeneizar los resultados una buena forma es conseguir vermiculita (que la puedes obtener en cualquier tienda de animales) y mezclarla con turba. Con estos dos materiales puedes construir varios (dos o tres) tipos de suelo. Si quieres incluir otro componente puedes hacerlo.

A continuación debes medir, en función del tipo de suelo, la filtración que tiene cada uno de los suelos artificiales. (no te olvides de medir la compactación, ya que puede influir en la capacidad de retención de agua). **La permeabilidad se mide dividiendo** la cantidad de agua que atraviesa el suelo en 60 minutos para obtener la permeabilidad en volumen por minuto en una hora de experimento. Se puede ver si la permeabilidad varía a lo largo del experimento.

Para medirlo se puede usar un embudo donde has colocado tu muestra de suelo sobre una rejilla. Se trata de verter agua sobre el suelo y medir qué cantidad de agua se filtra en una hora. Lo normal es usar 150 mL de agua y dejar de filtrar cuando se ha recogido 120 mL.

Una vez recogidos los datos en función de tus suelos artificiales, vamos a analizar la influencia de la pendiente en esos suelos y la vegetación.

Para ello debes construir un suelo inclinado y realizar el experimento sobre varias pendientes. Para eso te pueden ayudar pegar unas varillas de madera horizontales para que agarre tu suelo artificial. Debes hacer “llover” sobre la parte alta del suelo una cantidad fija de agua para medir la permeabilidad en cada caso y compararla con la permeabilidad del suelo horizontal. Debes medir la erosión



producida en cada uno de los casos. Calcula la fuerza de la lluvia para que la lluvia artificial no interfiera con el experimento. Ten en cuenta que debes calcular tu pluviosidad para poder aplicar la fórmula de USLE. Un posible esquema de tu suelo artificial se muestra al margen.

A continuación van a comparar la influencia de la vegetación en la permeabilidad del suelo y en la erosión.

Consigue semillas de gramíneas de crecimiento rápido. Te sugerimos del género *Festuca*, o Ray grass, entre otros. Planta con distintas densidades en los suelos horizontales y en los inclinados al menos dos gramíneas distintas. Procura regarlas periódicamente y comprueba si aumenta a lo largo del crecimiento, la permeabilidad y retención del suelo. Para acelerar la germinación puedes poner en agua las semillas 24 o 48 horas sobre un paño muy humedecido. En **10 días** ya tendrás un pequeño césped que te servirá para tu experimento.

Cuando hayas hecho la última medida, extrae los ejemplares que hayan germinado, separando la raíz del tallo. Halla la masa seca, separadamente del tallo y de las raíces.

El objetivo es establecer una relación entre los distintos factores que influyen en la retención del suelo y en la filtración (la masa seca de las raíces, de los tallos y de las plantas completas con la pendiente, tipo de suelo, tipo de variedad y la permeabilidad del suelo y retención del mismo)

Si eres capaz y tienes tiempo, sería interesante calcular la variación de la masa seca a lo largo de toda la experiencia, aunque esto supone la construcción de varias bandejas de experimentación.

Extrapolas al final los datos de la pérdida de tus suelos para compararlos con los datos de pérdida de suelo de tu Comunidad Autónoma. Propón alguna de las especies que has utilizado en la experimentación como especie que retenga el suelo en los cortes de las vías interurbanas.

Presenta en el informe de tu experimento todas las fotografías que muestren tu montaje, así como los esquemas que indiquen lo que habéis ido construyendo. También podrían analizar el aspecto de las raíces en función de las variables que hayan estudiado.