

Olimpiada Argentina de Física 2011

Colegio Nacional de Buenos Aires

Prueba teórica

Problema 1: CUDA (Club Universitario de Arquería)

El tiro con arco es actualmente una práctica deportiva en la que se utiliza un arco para disparar flechas. Su origen hay que buscarlo en el uso de este arma como instrumento de caza y como instrumento bélico.

La evidencia más temprana del tiro con arco data de hace 5000 años. El arco probablemente se inventó para usarse en la caza y luego fue adoptado como instrumento de guerra. Fue una de las primeras muestras de artillería. Los arcos finalmente terminaron sustituyendo el *átlatl* como sistema predominante de lanzamiento de proyectiles.

1) Comencemos con un modelo muy simplificado del problema. Supongamos que un arco puede pensarse a orden cero como lo indica la Fig.1. Si la tensión de la soga es 20 N construya un gráfico de fuerza, que debe ejercer el arquero, en función del ángulo de apertura α (con cuatro puntos alcanza).

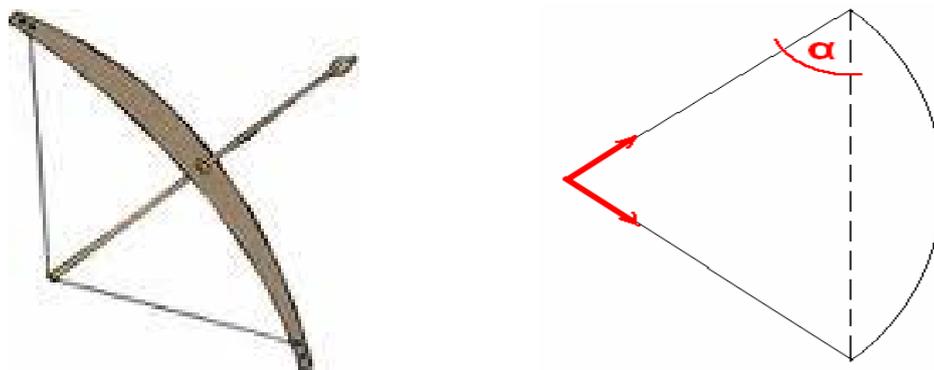


Fig.1.1: Representación sencilla de un arco (a). Esquematización de la situación descrita en la situación 1 (b). Podría corresponder al tipo longbow o shortbow. Consideraremos la tensión de la cuerda constante para todos los ángulos de apertura.

El alcance de la flecha y la fuerza que el arquero debe realizar para lograr la apertura depende del tipo de arco y del tipo de flecha.

2) Desde que el arquero suelta la flecha la misma se mantiene en contacto con el arco durante 0.5 s, ¿cuál es la velocidad con que sale despedida una flecha de 2 kg si consideramos que la fuerza aplicada corresponde a 30° de apertura en la situación descrita en el inciso anterior?

3) Supongamos que, en la misma situación anterior, el arquero inclina el brazo de manera que la flecha forma 40° con la horizontal, ¿cuál es la distancia a la que habría que poner el paraflechas si el blanco está a una altura de 1.2 m? (Altura desde la que sale la flecha: 1.7 m)

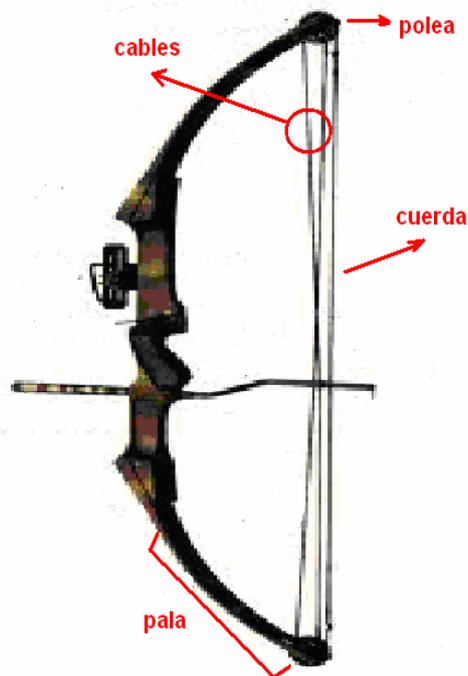


Fig.1.2: Partes de un arco compuesto.

Podríamos hacer una clasificación sencilla de los diferentes tipos de arcos en:

- Longbow
- Shortbow
- Recurvado
- Compuesto

Un **longbow** es un tipo de arco largo (similar o mayor a la altura del arquero) y tiene unas palas relativamente delgadas que son de sección circular o en forma de D. Típicamente un longbow es más ancho en la empuñadura y es el tipo que ha sido empleado en la caza y en la guerra, por muchas culturas del mundo durante la Edad Media.

Un **shortbow** es una versión mucho más pequeña del longbow. Aunque es más ligero y manejable, también tiene menos potencia y, por lo tanto, menos alcance. Sin embargo, no necesita tanta intensidad de entrenamiento como el longbow y es la razón por la cual fue usado en batallas por soldados poco experimentados.

El **arco recurvado** es el único tipo de arco que se utiliza en los Juegos Olímpicos. Su funcionamiento es similar al arco tradicional. Su principal rasgo es que las palas tienen una doble curva en forma de S (de ahí su nombre), lo que incrementa la fuerza del arco y suaviza el disparo.

El **arco compuesto** está diseñado para reducir la fuerza que el arquero debe ejercer en el momento de abrir el arco. La mayor tensión se alcanza aproximadamente en la mitad del recorrido de la apertura; al llegar al final, debido al sistema de poleas, la fuerza se reduce entre un 60% a 80% (según el modelo de polea) lo que permite mantener la cuerda estirada y apuntar mayor cantidad de tiempo con menor esfuerzo. Esta característica permite utilizar arcos de gran potencia, lo que los ha convertido en muy populares para la caza.

Olimpiada Argentina de Física

Certamen local – Prueba teórica

Colegio Nacional de Buenos Aires

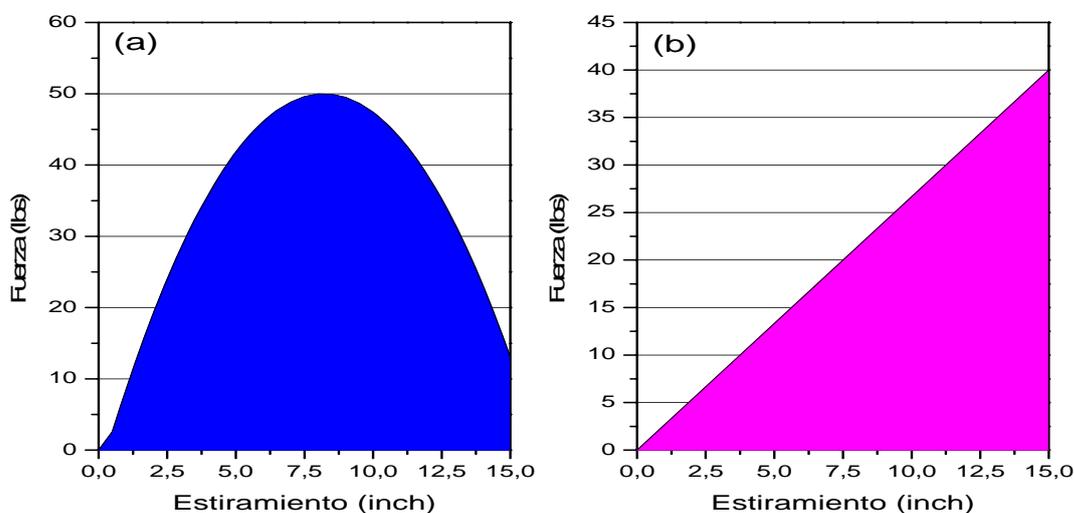


Fig.1.3: Fuerza (en libras) en función del estiramiento (en pulgadas) para un arco compuesto (a) y uno recurvado (b).

4) Dadas las curvas de fuerza en función del estiramiento estime el trabajo entregado por el arquero en cada uno de los dos tipos de arco cuyas curvas se muestran en la Fig.1.3.

5) Si el tiempo que se demora en abrir el arco es el mismo en los dos tipos, calcule el cociente de potencias y concluya cuál de ellos logra el mayor alcance de la flecha (suponga flechas iguales para los dos tipos de arco).

Datos:

lbs: libras

1 kgf = 2 lbs

inch: pulgada

2.5 cm = 1 inch

Ayuda: el área debajo de la curva de F vs distancia es el trabajo empleado.

Olimpiada Argentina de Física

Certamen local – Prueba teórica

Colegio Nacional de Buenos Aires

Problema 2: Un festejo de cumpleaños poco habitual

(Cualquier semejanza con la realidad es pura coincidencia)

Cierto día un grupo de chicos decide organizar un cumpleaños sorpresa. Se les ocurre la idea de inflar globos para la fiesta. Si asumimos CNTP, que los mismos son esféricos ($R=10\text{cm}$) y que el gas que los compone es oxígeno, **i)** ¿cuál es la cantidad de moléculas que contiene cada globo? ($R=8.31\text{ J/mol.K}$ y $N_A=6.02\cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$)

Del Principio de Arquímedes puede deducirse que dados dos fluidos distintos aquel que presente la menor densidad será el que reciba una fuerza neta ascendente y, por lo tanto, se ubicará por encima del otro. **ii)** ¿Cuál será el empuje que recibirá un globo de helio inmerso en una atmósfera perfecta (es decir sin perturbaciones)? **iii)** ¿Cuántos globos serán necesarios para levantar a la cumpleañera que pesa 50kgf ?

| Sustancia | Densidad (kg/m^3) |
|-----------|------------------------------|
| Aluminio | $2.7\cdot 10^3$ |
| Hidrógeno | $8.99\cdot 10^{-2}$ |
| Oxígeno | 1.43 |
| Aire | 1.29 |
| Helio | $1.79\cdot 10^{-1}$ |

Tabla 2.1: Densidades de sustancias diversas.

iv) Calcule la energía que es preciso entregarle a los globos para que la presión aumente un tercio (en el caso del oxígeno) sabiendo que el volumen pasa a ser un 10% mayor. Recuerde que $m_O=16\text{ u.m.a.}$ Dato: $CeO_2=0.918\text{kJ/kg.}^\circ\text{C}$

Considere que en el salón además de los globos hay varios spots (habitualmente verdes o rojos) que emiten luz láser en dirección horizontal. **v)** A partir del esquema de la situación descrita, halle una expresión para la longitud del piolín a partir de los parámetros indicados para que la reflexión sobre ellos no pueda causar daño alguno en los asistentes al festejo. Represente en el mismo esquema algunos globos ubicados por detrás del primero para seguir satisfaciendo el requerimiento de seguridad, justifique.

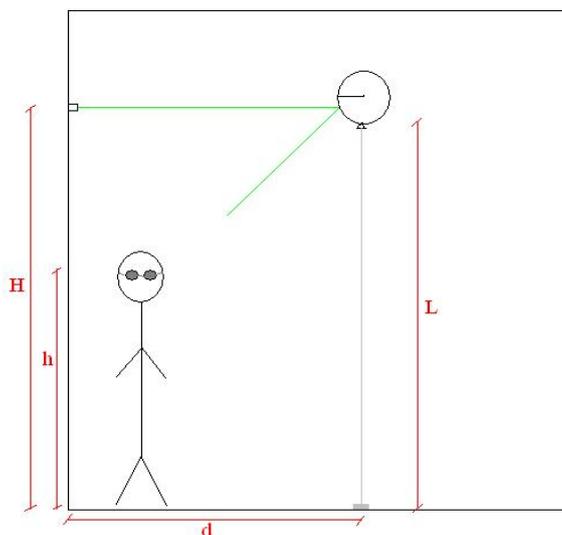


Fig.2.1: Esquema de la situación a la que hace mención el inciso v). Los parámetros H , h , d y R deben ser considerados datos. Considere $H-2R < L < H$.

Olimpiada Argentina de Física

Certamen local – Prueba teórica

Colegio Nacional de Buenos Aires

Problema 3: DBS, deep brain stimulation

Desde hace algunos años se viene trabajando en un tratamiento para trastornos parecidos al mal de Parkinson. Si bien se trata de una técnica experimental, es decir aun no se ha encontrado el sustento teórico de por qué funciona, logra disminuir notablemente los síntomas más notorios.

Si bien este tipo de trastorno encuentra su origen en la muerte progresiva de un grupo de células neuronales puede identificarse a partir de la señal eléctrica neuronal. En la Fig. 1 pueden apreciarse las señales correspondientes a un paciente “sano” (Fig.3.1a) y a un paciente enfermo (Fig.3.1b).

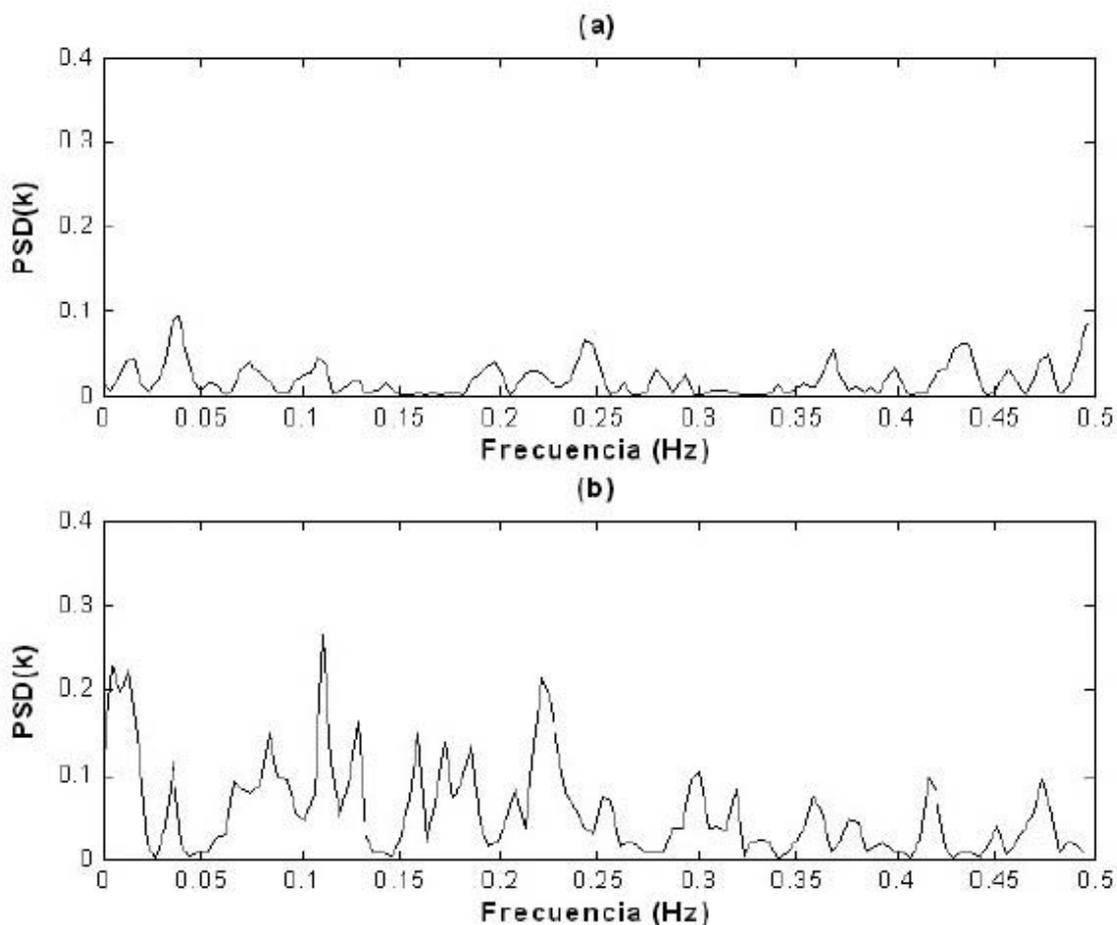


Fig.3.1: Señales eléctricas neuronales de un paciente “sano” (a) y uno enfermo (b).

a) Describa en términos “físicos” las diferencias entre las señales neuronales de una persona sana y una enferma. De ser posible, estime los parámetros característicos.

El tratamiento consiste en la aplicación de pulsos eléctricos en la base glandular del cerebro. De ese modo se opera al paciente colocándole un dispositivo (que por lo general se aloja en el pecho, detrás del tejido muscular) que controla el envío de estos pulsos cuyos contactos llegan hasta la cabeza. En la Fig. 3.2 puede verse una representación de dónde se ubicaría el mismo y cómo sería la conexión con el cerebro.

Olimpíada Argentina de Física

Certamen local – Prueba teórica

Colegio Nacional de Buenos Aires

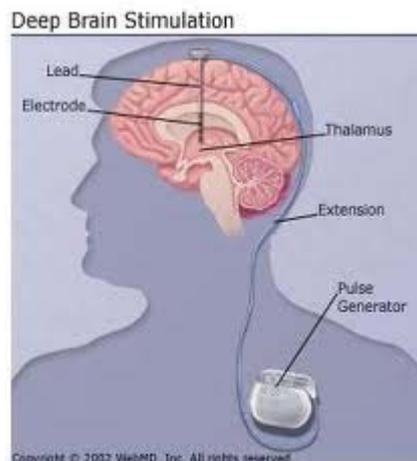


Fig.3.2: Representación de cómo es el implante del dispositivo descrito.

b) Si desea aplicarse una diferencia de potencial que aturda la señal neuronal del paciente parkinsoniano (a esta señal se la denomina “ruido blanco”) sin que la corriente produzca daño en el cerebro, ¿cuál debería ser la resistencia del llamado “marcapasos neurológico”?

| Categoría | Intensidad | Efecto* |
|-----------|----------------|--|
| 1 | menor a 25mA | Tetanización sin influencia sobre el corazón. |
| 2 | de 25mA a 80mA | Tetanización con posibilidad de parálisis temporal cardíaca y respiratoria. |
| 3 | de 80mA a 3A | Zona peligrosa de fibrilación ventricular. |
| 4 | de 3A a 4A | Umbral de corriente que puede causar depresión del sistema nervioso central. |
| 5 | mayor a 4A | Parálisis cardíaca y respiratoria. Quemaduras graves. |

Tabla 3.1: Niveles de corriente soportados junto con el efecto que provocan en el cuerpo.

*Otro factor a tener en cuenta es el tiempo de contacto.

c) Calcule la potencia disipada por este supuesto aparato (decimos “supuesto aparato” pues en la realidad no se trata de un dispositivo así de simple).

Más que una señal continua, lo que el dispositivo realmente hace es aplicar pulsos en un intervalo de tiempo reducido. Dicho intervalo debe ser menor a 0.75s que es el período cardíaco, típicamente del orden de la decena de ms.

d) Asumiendo que la capacidad calorífica de los tejidos musculares en los que se aloja el aparato es 2cal/K, calcule el aumento de temperatura que le produciría la presencia de éste. Ayuda: Por las unidades en la que se expresa la capacidad calorífica no necesita la masa del tejido (como si ya considerase la masa con la que está en contacto).

Datos:

$$0.1k = 20mV$$