

Olimpiada de Física Suiza 2016: Ronda 2

Traducido por: Pablo Israel Morales Guzmán¹

¹ *Aurau, 3 de abril de 2016*

Parte teórica 2: 6 preguntas cortas

Duración: 60 minutos

Total: 24 puntos (6×4)

Ayuda permitida: Calculadora sin guardador de fórmulas, material para escribir y dibujar

Aviso: Empiecen cada ejercicio en una página nueva

¡Mucha suerte!

Apoyado por:

Staatssekretariat für Bildung und Forschung und Innovation
BASF (Basel)
Deutschschweizerische Physikkommission VSMP / DPK
Materials Science Technology
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
ETH Zurich Department of Physics
Fondation Claude Giuliana
Ernst Göhner Stiftung, Zug
Hasler Stiftung, Bern
Metrohm Stiftung, Herisau
Neue Kantonsschule Aarau
Novartis International AG (Basel)
Quantum Science and Technology
F. Hoffman-La Roche AG (Basel)
Société Valaisanne de Physique
Swiss Academy of Engineering Sciences SATW
Swiss Physical Society
Syngenta AG
Università della Svizzera italiana
Universität Bern FB Physik/Astronomie
Universität Zürich FB Physik Mathematik

I. EJERCICIO 1: ERASTOSTHENES (4 PUNTOS)

Erastosthenes, un habitante de Kyrene, se le confió una particularidad de la ciudad: Cuando el sol en el solsticio de verano está en su cenit, un palo que está perpendicular al piso no produce ninguna sombra. Él se dio cuenta de esto cuando preparaba las festividades del solsticio de verano. Esta ciudad está como a unos 5000 estadios de Syene (1 estadio corresponde a 185 m). ¡De repente tiene él una idea genial! Él encontró un método para calcular el radio de la Tierra con ayuda de unos palos rectos de un metro de largo y unas escaleras. Durante el festival el midió una distancia segura de 12,6 cm. Él supuso que la Tierra es una esfera y que Syene está en el mismo meridiano que Alexandria, simplemente más al sur.

1. (2 ptos.) ¿Cuál distancia midió y cómo calculó el radio de la Tierra?
2. (2 ptos.) ¿Cuál valor obtuvo?

II. EJERCICIO 2: ECLIPSE DE LUNA (4 PUNTOS)

El 27 de septiembre de 2015 tomó lugar un eclipse lunar. Eso significa que el sol, la Tierra y la luna estuvieron por un momento acomodados de manera tal que la Tierra escondió a la Luna con su sombra. Para empezar el eclipse se puede ver bien como la forma redonda de la Tierra aparece en la superficie de la luna (véase fig. 1). Imagínate que eres un filósofo griego de la época de Erastosthenes y observas este fenómeno. ¿Te podría ayudar el conocimiento del radio de la Tierra para conocer más sobre la distancia de la Tierra y la luna o para encontrar el radio de la luna? Tú mides que el ángulo, bajo el cual tú ves el diámetro de la luna, es de 33 minutos y 49 segundos.



Figura 1. Crédito: Matei Petrescu.

1. (1 pto.) Esboza la situación basándote en la fig. 1 y define los ángulos y las longitudes que te parezcan útiles.
2. (1.5 ptos.) Averigua las relaciones geométricas, que te permiten determinar, a partir del radio de la Tierra y los ángulos y las distancias que tú definiste en la pregunta anterior, el radio de la luna y la distancia luna-Tierra. Totalmente como Eratosthenes, supón que la Tierra es una esfera.
3. (1.5 ptos.) Mide los ángulos y distancias útiles en la fig. 1 y calcula el valor de la distancia luna-Tierra y el radio de la luna.

III. EJERCICIO 3: ASEGURAMIENTO (4 PUNTOS)

Un cañón de electrones acelera electrones por medio de una tensión U . Un disco es puesto a una distancia L del final del cañón. El disco no permite que pasen los electrones y tiene una rendija de altura w . Después se pone una pantalla a una distancia D del disco, como en la fig. 2 evidentemente ($L \gg D \gg w$).

1. (0.5 ptos.) ¿Cuál es el impulso máximo en la dirección- y , que puede tener un electrón que vuela a través de la rejilla? Aplica en tu expresión L , w y p_x (Impulso en la dirección x).
2. (1.5 ptos.) Justifica con ayuda de la relación de incertidumbre de Heisenberg, por qué se puede surgir un patrón de difracción, en el caso que w sea lo suficientemente pequeño.
3. (2 ptos.) Sea R el radio del área de la pantalla, en el cual la difracción aparece. Expresa R en función de U , w , D , q_e y m_e (carga y masa del electrón).

IV. EJERCICIO 5: DEPÓSITO DE AGUA (4 PUNTOS)

Un recipiente cilíndrico, que tiene la parte de arriba abierta y su cuerpo es un círculo con superficie A , se llena hasta la altura h con agua. El agua se considera como un fluido ideal con densidad ρ . La presión del aire es P_{atm} y la aceleración de la gravedad en la Tierra es g .

Da todos los resultados algebraicamente. No hay cálculos numéricos.

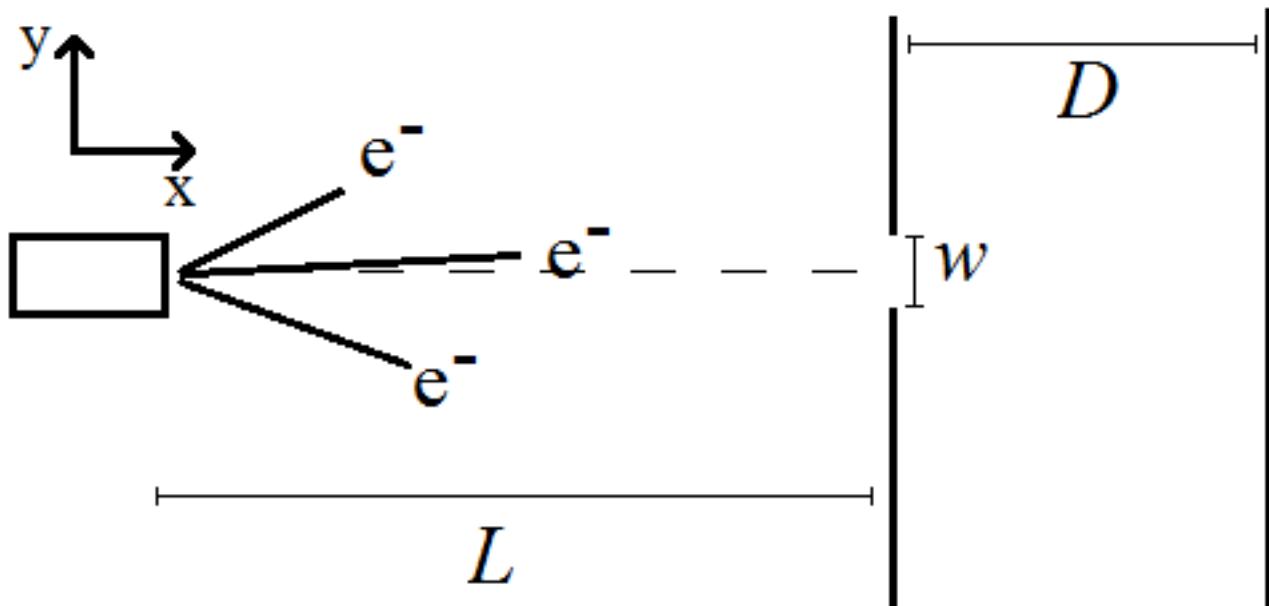


Figura 2.

1. (0.5 ptos.) ¿De qué tamaño es la presión P_1 en el piso del recipiente?
2. (0.5 ptos.) Ahora se forma un hoyo circular con una superficie a en el piso del recipiente. ($a \ll A$) ¿De qué tamaño es la presión P_2 en el lugar en el que está el hoyo.
3. (1 pto.) ¿Con qué velocidad v_1 fluye el agua a través del hoyo?
4. (2 ptos.) Supón que el agua fluye hacia afuera en un rayo de la misma masa, mientras que el área de la sección transversal cambia. Supón aún más, que la densidad se mantiene constante. Encuentra con ayuda de la conservación de masa una expresión $S(z)$ para la sección transversal como función de la posición vertical z . Supón que el origen $z = 0$ está en el hoyo (O.o) y que $S(0) = a$.

V. EJERCICIO 6: OSCILOSCOPIO (4 PUNTOS)

Con las mediciones con un osciloscopio se aplican frecuentemente amortiguadores. La fig. 3 muestra un esquema de tal sistema de amortiguamiento, junto con el circuito de entrada de un osciloscopio.

1. (1 pto.) El sistema de amortiguamiento debe de tener una atenuación de 20 dB para una señal del mismo voltaje. ¿De qué tamaño debe de elegirse R_A ? Consejo: Atenuación en DB = $20 \log_{10}(U_S/U_O)$.
2. (2 ptos.) Ahora es conectado el osciloscopio a un generador con una señal rectangular (frecuencia $f = 1$ kHz). Dependiendo del valor C_A del capacitor, muestra el osciloscopio las siguientes imágenes:
Haz un enunciado del valor de C_A en los tres casos (a) a (c).
 - a) (1 pto.) Dibuja un circuito equivalente, que solamente se las arregle con un capacitor y una resistencia, y calcula su resistencia y el valor del capacitor.

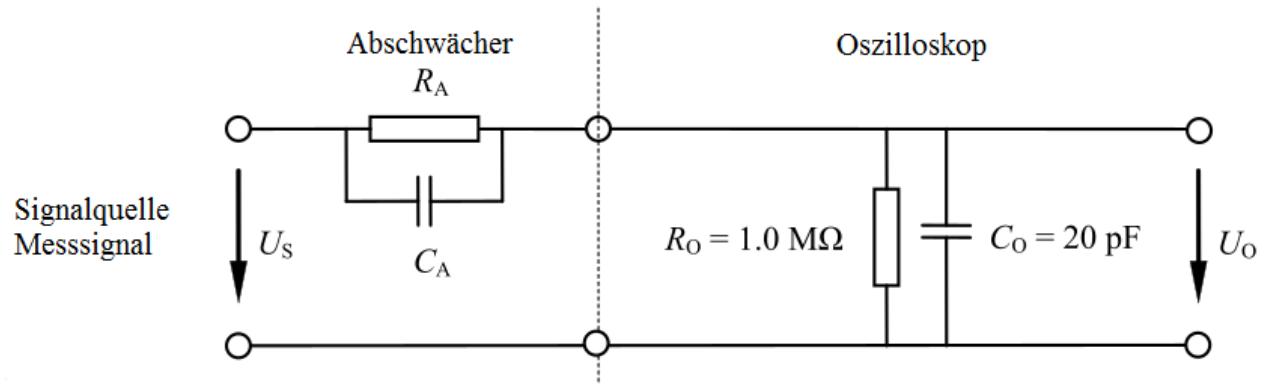


Figura 3.

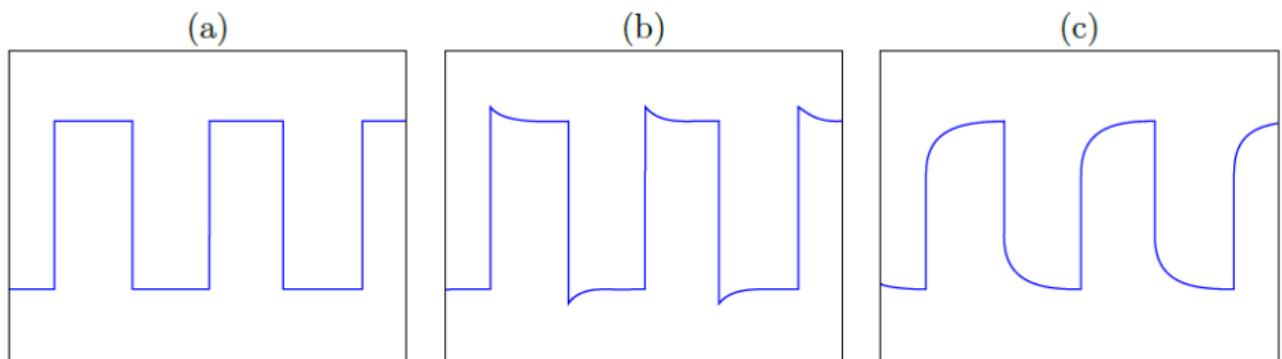


Figura 4.