

SE PERMITE EL USO DE CALCULADORA NO PROGRAMABLE TANTO EN LA PARTE OBJETIVA COMO EN LOS PROBLEMAS

PARTE OBJETIVA

El valor de esta parte es de hasta 5 puntos. Cada cuestión respondida correctamente suma 0,5 puntos.

Solamente se corregirán las respuestas marcadas en la hoja de lectura óptica. No deben entregarse las soluciones detalladas de las cuestiones de test.

Desde la superficie de un planeta de $M = 6,42 \times 10^{23}$ kg de masa y $R = 4500$ km de radio se lanza verticalmente hacia arriba un objeto de masa m con una velocidad inicial $v_0 = 2$ km/s. Sabemos además que el movimiento se realiza sin rozamiento. Dato: constante de la gravitación universal $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg².

1.- ¿Cuál es la máxima distancia r que alcanza la masa m medida desde el centro del planeta?

a) $\frac{r}{R} = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{2} \frac{Rv_0^2}{GM}}$

b) $\frac{r}{R} = \frac{1}{1 - \frac{1}{2} \frac{Rv_0^2}{GM}}$

c) $\frac{r}{R} = \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \frac{Rv_0^2}{GM}}$

2.- El valor de r es, aproximadamente:

a) $r = 5,7 \times 10^6$ m.

b) $r = 5,7 \times 10^6$ km.

c) $r = 6,7 \times 10^6$ m.

3.- Elija la frase para completar: Cuando la masa m alcanza la altura h sobre la superficie del planeta tiene su movimiento de subida porque (indique la frase correcta):

a) Su energía mecánica es cero.

b) Toda su energía mecánica es energía cinética.

c) Toda su energía mecánica es potencial.

En el momento en el que la masa m se encuentra a la distancia r del centro del planeta se le transfiere el momento lineal necesario para que describa una órbita circular entorno al planeta.

4.- El valor de la velocidad angular ω de la masa m en esa órbita de radio r viene dado por:

a) $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$

b) $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^2}}$

c) $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

5.- La velocidad lineal de la masa m en esa órbita viene dada por:

a) $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

b) $v = \sqrt{\frac{GM^2}{r}}$

c) $v = \sqrt{\frac{GM}{r^2}}$

Una espira circular de $R = 4$ cm de radio está dentro de un campo magnético uniforme, de dirección normal al plano de la espira y cuya intensidad es variable con el tiempo. Sabemos además, que el módulo de dicho campo magnético varía con el tiempo de acuerdo a: $B(t) = 2t + 4t^2$ T.

6.- Indique cuál de las siguientes expresiones permite calcular, de forma correcta, el valor del flujo magnético $\phi_B(t)$ a través de la espira:

- a) $\phi_B(t) = B(t)\pi R^2$.
- b) $\phi_B(t) = B(t)\pi R^2 \cos(\pi/2)$.
- c) $\phi_B(t) = B^2(t)\pi R^2$.

7.- ¿Cuál de las siguientes expresiones permite calcular, de forma correcta, el valor de la fuerza electromotriz inducida $\varepsilon(t)$ en la espira?

- a) $\varepsilon(t) = -\pi R^2 \frac{dB(t)}{dt}$.
- b) $\varepsilon(t) = -\pi R^2 \frac{d^2B(t)}{dt^2}$.
- c) $\varepsilon(t) = -\pi B^2(t) \frac{dR}{dt}$.

8.- La fuerza electromotriz inducida en la espira en el tiempo $t = 5$ s es:

- a) $\varepsilon(5) = -0,21\mu\text{V}$.
- b) $\varepsilon(5) = -0,21\text{mV}$.
- c) $\varepsilon(5) = -0,21\text{V}$.

Una niña se encuentra parada en la acera y observa como una ambulancia se aleja de ella a una velocidad de 40 m/s. Sabemos que la sirena de la ambulancia emite tiene una frecuencia ν_0 de 300 Hz y que la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s.

9.- La frecuencia del sonido que percibe la niña es:

- a) De 300 Hz.
- b) Superior a 300 Hz.
- c) Inferior a 300 Hz.

10.- Definimos el cambio en la frecuencia $\Delta\nu$ debido al efecto Doppler como $\Delta\nu = \nu_0 - \nu$; donde ν_0 es la frecuencia de la sirena de la ambulancia y ν es la frecuencia que recibe la niña. Sabemos que $\Delta\nu$:

- a) Es directamente proporcional al valor de ν_0 .
- b) No depende del valor de ν_0 .
- c) No depende de la velocidad de la ambulancia.

PROBLEMAS:

El valor de esta parte es de hasta 5,0 puntos. La respuesta a los problemas debe ser razonada. En la solución de cada uno de los problemas deben incluirse todos los pasos necesarios para llegar al resultado y aquellos comentarios que se estime que son convenientes para un correcto seguimiento de las resoluciones. Las respuestas a los problemas debe hacerse en el papel que para ello se le proporcione. El valor de cada uno de los problemas es de 2,5 puntos. Cada uno de los apartados dentro de cada problema tiene el mismo valor.

PROBLEMA 1.

a) Determine la velocidad que debe tener un electrón para que su longitud de onda asociada sea la misma que la de un fotón de 1,5 eV.

b) ¿Cuál es la longitud de onda de dicho electrón? Explique cómo se ha obtenido este resultado.

Datos: $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s; masa del electrón: $9,1 \times 10^{-31}$ kg. $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J, velocidad de la luz $c = 3 \times 10^8$ m/s.

PROBLEMA 2.

En el plano XY se sitúan tres cargas puntuales iguales de $2\mu\text{C}$ en los puntos $P_1 = (2, -2)$ $P_2 = (-2, -2)$ y $P_3 = (-2, 2)$ donde todas las distancias están medidas en centímetros. Determine el valor que debe tener una carga situada en el punto $P_4 = (2, 2)$ cm para que:

- a) El campo eléctrico se anule en el punto (0,0) cm.
- b) En esas condiciones, ¿cuál será el potencial eléctrico en dicho punto?
- c) El potencial eléctrico se anule en el punto (0,0) cm.

Dato: Constante de Coulomb, $K = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$.

TRADUCCIÓN DEL EXAMEN AL INGLÉS.

USE OF NO PROGRAMMABLE CALCULATOR IS ALLOWED IN BOTH THE TEST AND THE PROBLEMS.

TEST

The maximum grade in this part is 5.0 points. The right answer to each question is graded with 0.5 points. Each wrong answer to a question has a penalty of 0.125 points. If you do not give the answer to a question there is no penalty on the grade.

The test will be graded using the computerised answer sheet. You DO NOT have to hand over to the examiners any other information concerning the solution to the questions of the test but that computerised answer sheet with the marked answers.

A mass m is vertically launched from the surface of a planet that has a mass $M = 6,42 \times 10^{23}$ kg and a radius $R = 4500$ km with an initial velocity $v_0 = 2$ km/s. We also assume that the friction is negligible. Help: gravitational constant: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg².

1.- Calculate the maximum distance r reached by the mass m measured from the center of the planet.

$$a) \frac{r}{R} = \frac{1}{\frac{GM}{R} + \frac{1}{2} \frac{Rv_0^2}{GM}}$$

$$b) \frac{r}{R} = \frac{1}{\frac{GM}{R} - \frac{1}{2} \frac{Rv_0^2}{GM}}$$

$$c) \frac{r}{R} = \frac{1}{\frac{GM}{R^2} - \frac{1}{2} \frac{Rv_0^2}{GM}}$$

3.- Select the sentence to complete: When the mass m reaches its maximum distance from the center of the planet it stops getting higher because:

- a) Its total energy is zero.
- b) All its mechanical energy is kinetic energy.
- c) All its mechanical energy is potential energy.

When the mass m is at that maximum height h it is provided of the linear momentum that it needs to describe a circular orbit around the planet

4.- Select the right expression to calculate the angular velocity of the mass in that orbit:

$$a) \omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$$

$$b) \omega = \sqrt{\frac{GM}{r^5}}$$

$$c) \omega = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

5.- The lineal velocity of the mass in that orbit is:

$$a) v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$b) v = \sqrt{\frac{GM^2}{r}}$$

$$c) v = \sqrt{\frac{GM}{r^2}}$$

A magnetic circular loop with a radius $R = 4$ cm is inside a uniform magnetic field that is perpendicular to the plane of the loop. We also know that the modulus of the magnetic field is time-dependent with the form: $B(t) = 2t + 4t^2$ T.

6.- The right equation that must be used to calculate the magnetic flux across the magnetic loop is:

- a) $\phi_B(t) = B(t)\pi R^2$.
- b) $\phi_B(t) = B(t)\pi R^2 \cos(\pi/2)$.
- c) $\phi_B(t) = B^2(t)\pi R^2$.

7.- The right equation to calculate the induced electromotive force on the magnetic loop.

- a) $\varepsilon(t) = -\pi R^2 \frac{dB(t)}{dt}$.
- b) $\varepsilon(t) = -\pi R^2 \frac{d^2 B(t)}{dt^2}$.
- c) $\varepsilon(t) = -\pi B(t)^2 \frac{dR}{dt}$.

8.- The induced electromotive force at time $t = 5$ s is:

- a) $\varepsilon(5) = -0,21\mu\text{V}$.
- b) $\varepsilon(5) = -0,21\text{mV}$.
- c) $\varepsilon(5) = -0,21\text{V}$.

A girl is standing on the sidewalk and she watches an ambulance moving away from her with a speed of 40 m/s. We know that the alarm of the ambulance emits its sound with the frequency $\nu_0 = 300$ Hz and that the sound speed in the air is 340 m/s.

9.- The frequency of the sound received by the girl is:

- a) 300 Hz.
- b) Over 300 Hz.
- c) Under 300 Hz.

10.- We define the change in the alarm frequency due to the Doppler effect as $\Delta\nu = \nu_0 - \nu$; ν_0 is the natural frequency of the ambulance alarm and ν is the frequency received by the girl. $\Delta\nu$ is:

- a) Is directly proportional to ν_0 .
- b) Does not depend on the value of ν_0 .
- c) Does not depend on the ambulance velocity.

PROBLEMS:

This part has a value of up to 5.0 points. The answer to the problems must be reasoned. In the solution of each one of the problems you must include all the necessary steps to reach the results and all the comments you deem as appropriate to provide a rightly follow the solutions. The answers to the problems must be done in the paper you will get from the examiners. Each problem will be graded up to 2.5 points. Each part of each problem has the same value.

PROBLEM 1.

a) Calculate the velocity that an electron must have in order to have the same wavelength of a photon that has 1,5 eV of energy.

b) Calculate the wavelength of the electron. Explain how did you get that result.

Help: $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s; electron mass: $9,1 \times 10^{-31}$ kg, $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J, speed of the light $c = 3 \times 10^8$ m/s.

PROBLEMA 2.

Three equal point charges $q = 2\mu\text{C}$ are on the XY plane at the points $P_1 = (2, -2)$ cm, $P_2 = (-2, -2)$ cm and $P_3 = (-2, 2)$ cm. Calculate the value of a fourth point charge situated on the point $P_4 = (2, 2)$ cm to obtain:

a) A zero electrical field on the point (0,0). Calculate the electrical potential generated by the four electrical charges on the origin.

b) A zero electrical potential on the point (0,0).

Help: Coulomb's law constant, $K = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$.

SE PERMITE EL USO DE CALCULADORA NO PROGRAMABLE TANTO EN LA PARTE OBJETIVA COMO EN LOS PROBLEMAS

PARTE OBJETIVA

El valor de esta parte es de hasta 5,0 puntos. Cada cuestión respondida correctamente suma 0,5 puntos. Solamente se corregirán las respuestas marcadas en la hoja de lectura óptica. No deben entregarse las soluciones detalladas de las cuestiones de test.

Un tubo de longitud $L = 34$ cm tiene sus dos extremos abiertos. Como está relleno de aire en el tubo el sonido se propaga con una velocidad $v = 340$ m/s.

1.- La menor frecuencia para la que se forma una onda estacionaria en el tubo es:

- a) 125 Hz.
- b) 250 Hz.
- c) 500 Hz**

2.- En este caso la onda que se forma tiene:

- a) Un solo nodo, situado en el centro del tubo.**
- b) Dos nodos, uno en cada extremo del tubo.
- c) No tiene nodos.

3.- Supongamos ahora que el tubo tiene un extremo abierto y el otro cerrado. En este caso, la menor frecuencia de una onda estacionaria es:

- a) 125 Hz.
- b) 250 Hz.**
- c) 500 Hz

El ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ emite dos partículas β y se transforma en Polonio. Posteriormente el Polonio emite una partícula α para convertirse en Plomo. Sabemos, además que el periodo de semidesintegración de ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ es $T_{1/2} = 22,3$ años.

4.- Las dos desintegraciones β pueden describirse de forma resumida mediante la reacción,

- a) ${}^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^{210}_{80}\text{Po} + 2 {}^0_{-1}e^- + 2 {}^0_0\nu_e$
- b) ${}^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^{210}_{80}\text{Po} + 4 {}^0_{-1}e^- + 2 {}^0_0\nu_e$
- c) ${}^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^{210}_{84}\text{Po} + 2 {}^0_{-1}e^- + 2 {}^0_0\bar{\nu}_e$**

5.- La constante de desintegración de los núcleos de ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ es:

- a) 0,0311 años.
- b) 0,0311 años⁻¹.**
- c) 0,0211 años⁻¹.

6.- La ecuación que describe la desintegración α es:

- a) ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{204}_{82}\text{Pb} + {}^4_2\text{He}$
- b) ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + {}^4_2\text{He}$.**
- c) ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + {}^2_4\text{He}$.

Dos cargas de $2nC$ se colocan en los vértices de la base de un triángulo equilátero de 2 cm de lado. Sabemos, además, que la base del triángulo está sobre el eje OX y que el tercer vértice del mismo está sobre la parte positiva del eje OY y no tiene ninguna carga. *Dato:* $K = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

7.- El potencial eléctrico sobre el vértice que no tiene carga es:

- a) 900 V.
- b) 1800 V.**
- c) 0 V.

8.- El campo eléctrico sobre el vértice que no tiene carga es:

- a) $E = 9 \times 10^4 \text{ j N/C}$.
- b) $E = 4,5\sqrt{3} \times 10^4 \text{ j N/C}$.**
- c) $E = 2,25\sqrt{3} \times 10^4 \text{ j N/C}$.

9.- El trabajo que cuesta llevar una carga $Q = 0,01 \text{ C}$ desde el origen al vértice que no tiene carga es:

- a) -18 J.**
- b) 0 J.
- c) 18 J.

10.- El campo eléctrico en el origen de coordenadas es:

- a) $E = 1,8\sqrt{3} \times 10^5 \text{ i N/C}$.
- b) $E = 1,8 \times 10^5 \text{ i N/C}$.
- c) $E = 0 \text{ N/C}$.**

PROBLEMAS:

El valor de esta parte es de hasta 5,0 puntos. La respuesta a los problemas debe ser razonada. En la solución de cada uno de los problemas deben incluirse todos los pasos necesarios para llegar al resultado y aquellos comentarios que se estime que son convenientes para un correcto seguimiento de las resoluciones. Las respuestas a los problemas debe hacerse en el papel que para ello se le proporcione. El valor de cada uno de los problemas es de 2,5 puntos. Cada uno de los apartados dentro de cada problema tiene el mismo valor.

PROBLEMA 1.

Una varilla conductora se desliza sin rozamiento y con una velocidad de 0,2 m/s sobre unos raíles conductores separados 2 cm tal y como se muestra en la figura. El sistema está dentro de un campo magnético que es perpendicular al plano en el que se encuentran las varillas y está dirigido como se muestra en la figura. Sabemos que para $t = 0$ la superficie encerrada en el circuito vale 2 m^2 . Sabemos además que el campo magnético B es una función del tiempo con la forma $B(t) = 6 \sin(5t) \text{ T}$. Calcule:



- El flujo magnético como función del tiempo que hay en el circuito formado por los raíles más la varilla.
- Deduzca la función que describe la fuerza electromotriz inducida como función del tiempo. Indique su valor en $t = 0 \text{ s}$

PROBLEMA 2.

Un planeta esférico de densidad uniforme y de radio $R = 6,0 \times 10^5 \text{ km}$ tiene una aceleración sobre su superficie $g = 125 \text{ m/s}^2$.

- Determine la densidad del planeta.
- Indique cuál es el radio del movimiento de un satélite que orbita circularmente alrededor del planeta sabiendo que su periodo es de 12 horas.

Dato: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

TRADUCCIÓN DEL EXAMEN AL INGLÉS.

USE OF NO PROGRAMMABLE CALCULATOR IS ALLOWED IN BOTH THE TEST AND THE PROBLEMS.

TEST

The maximum grade in this part is 5.0 points. The right answer to each question is graded with 0.5 points. Each wrong answer to a question has a penalty of 0.125 points. If you do not give the answer to a question there is no penalty on the grade.

The test will be graded using the computerised answer sheet. You DO NOT have to hand over to the examiners any other information concerning the solution to the questions of the test but that computerised answer sheet with the marked answers.

An $L = 34$ cm long pipe filled with air has open its two ends. The speed of the sound inside the pipe is $v = 340$ m/s.

1.- The lowest frequency for which a standing wave is formed in the pipe is:

- a) 125 Hz.
- b) 250 Hz.
- c) 500 Hz

2.- The standing wave has:

- a) Only one node at the center of the pipe:
- b) Two nodes, placed in both ends of the pipe.
- c) Does not have any node.

3.- If now one of the ends of the pipe is opened and the other is closed; the lowest frequency for which a standing wave is formed in the pipe is:

- a) 125 Hz.
- b) 250 Hz.
- c) 500 Hz

$^{210}_{82}\text{Pb}$ emits two beta particles and it is transformed into Polonium. After that the Polonium emits one alpha particle and gets transformed back into Pb. The nuclear decay period for the $^{210}_{82}\text{Pb}$ is $T_{1/2} = 22,3$ years.

4.- The result of the two beta decays can be expressed by means of the formula:

- a) $^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{210}_{80}\text{Po} + 2\ ^0_{-1}e^- + 2\ ^0_0\nu_e$
- b) $^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{210}_{80}\text{Po} + 4\ ^0_{-1}e^- + 2\ ^0_0\nu_e$
- c) $^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{210}_{84}\text{Po} + 2\ ^0_{-1}e^- + 2\ ^0_0\bar{\nu}_e$

5.- The desintegration constant λ for the $^{210}_{82}\text{Pb}$ nuclei is:

- a) 0,0311 years.
- b) 0,0311 years⁻¹.
- c) 0,0211 years⁻¹.

6.- The equation describing the α decay is:

- a) $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{204}_{82}\text{Pb} + ^4_2\text{He}$.
- b) $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + ^4_2\text{He}$.
- c) $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + ^4_2\text{He}$.

Two point charges $q = 2\text{nC}$ are on the two vertices of an equilateral triangle with a 2 cm side that lie on the OX axis. The third vertex is on the positive part of the OY axis and it is free of charges.
Help: $K = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$.

7.- The electrostatic potential on the triangle vertex that is free of charge is:

- a) 900 V.
- b) 1800 V.
- c) 0 V.

8.- The electric field on the free vertex is:

- a) $E = 9 \times 10^4 \text{ j N/C}$.
- b) $E = 4,5\sqrt{3} \times 10^4 \text{ j N/C}$.
- c) $E = 2,25\sqrt{3} \times 10^4 \text{ j N/C}$.

9.- Calculate the work that is necessary to carry a charge $Q = 0,01 \text{ C}$ from the point (0,0) to the vertex having no charge.

- a) -18 J.
- b) 0 J.
- c) 18 J.

10.- The electric field on the point (0,0) is

- a) $E = 1,8\sqrt{3} \times 10^5 \text{ i N/C}$.
- b) $E = 1,8 \times 10^5 \text{ i N/C}$.
- c) $E = 0 \text{ N/C}$.

PROBLEMS:

This part has a value of up to 5.0 points. The answer to the problems must be reasoned. In the solution of each one of the problems you must include all the necessary steps to reach the results and all the comments you deem as appropriate to provide a rightly follow the solutions. The answers to the problems must be done in the paper you will get from the examiners. Each problem will be graded up to 2.5 points. Each part of each problem has the same value.

PROBLEM 1.

A conducting rod slides without friction and with a constant speed of 0,2 m/s on two conducting rails that are separated by a distance of 2 cm as shown in the figure. All the system is inside a magnetic field perpendicular to the plane containing the rails and the conducting rod. The magnetic field has the sense shown in the figure. For $t = 0$ the circuit forms a square that has a surface of two square meters. The magnetic field modulus changes with time according to the function $B(t) = 6 \text{ sen}(5t) \text{ T}$.



Figure for problem 1.

- The time dependent function for the magnetic flux that crosses the circuit formed by the rod and the two rails.
- The electromagnetic force induced in the circuit due to the time change of the flux. Calculate the value of $\varepsilon(t)$ in $t = 0 \text{ s}$

PROBLEM 2.

On the surface of a spherical planet with an uniform density and a radius $R = 6,0 \times 10^5 \text{ km}$ the acceleration of gravity is $g = 125 \text{ m/s}^2$.

- Calculate the density of the planet.
- A satellite describes a circular orbit around the planet with a period $T = 12 \text{ h}$; calculate the distance between the satellite and the center of the planet.

Help: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.