

Examen 1er Parcial — Física II (GIERM) — 2020-21

Transcripción y resolución completa del primer parcial de Física II (electrostática, conductores/dieléctricos, condensadores y corriente continua, temas 1–6). El examen consta de 16 cuestiones; cada una tiene una sola opción correcta, marcada (☒) en el original. Las cuestiones 7–10 comparten el enunciado de un cilindro aislante rodeado de corteza conductora; las 11–13 comparten un sistema de dos condensadores en serie con dieléctricos; las 14–16 comparten el circuito RC en estado estacionario de la figura.

Nº	Tema	Tipo	Resp.	Fallo típico
1	Potencial	signo/vectorial	a	Confundir $-\nabla V$ con $+\nabla V$ (sentido de la fuerza)
2	Campo eléctrico/Coulomb	cálculo	b	Olvidar proyectar sobre OY (factor y/r) o el factor Q/L
3	Ley de Gauss	teoría-concepto	a	Tratar la esfera aislante como conductora; pensar que hay apantallamiento
4	Conductores/Dieléctricos	teoría-concepto	c	Creer que el campo dentro del hueco es no nulo o que σ puede ser nula
5	Corriente/CC	cálculo	c	Olvidar que con I fijo la potencia es $I^2 R$, no V^2/R
6	Corriente/CC	teoría-concepto	c	Confundir el transitorio de carga del RC (la corriente decrece, V_C crece)
7	Ley de Gauss	cálculo	c	Olvidar el efecto pantalla de la corteza conductora (carga inducida $-Q$ en interior)
8	Ley de Gauss	cálculo	b	Usar mal el factor $1/(2\pi\epsilon_0)=2k_e$ en la geometría cilíndrica
9	Ley de Gauss	cálculo	b	Olvidar que la cara interna del conductor induce $-Q$
10	Potencial	cálculo	c	Integrar mal $\int dr/r$ entre los tramos con distinto campo
11	Condensadores	cálculo	c	No sumar bien las energías en serie / usar la fórmula del condensador equivocado
12	Condensadores	cálculo	a	Olvidar que la carga en serie es común y que k multiplica la capacidad
13	Conductores/Dieléctricos	cálculo	c	Confundir carga libre con carga ligada; olvidar el factor $(1-1/k)$

Nº	Tema	Tipo	Resp.	Fallo típico
14	Corriente/CC	cálculo	a	No reconocer el estado estacionario (condensador como rama abierta)
15	Condensadores	cálculo	a	Usar la f.e.m. completa en vez de la tensión real sobre la rama del condensador
16	Corriente/CC	cálculo	c	Usar mal la R equivalente de descarga vista por el condensador

Pregunta 1 — Potencial · signo/vectorial

Enunciado: Sea $V(\vec{r})$ el potencial electrostático creado por un sistema de cargas estacionarias respecto a cierto sistema de referencia $OXYZ$. Sea $\vec{\nabla}V(\vec{r} = \vec{r}_0) \neq \vec{0}$ el gradiente del potencial en $\vec{r} = \vec{r}_0$. Considere que hay una carga **negativa** en $\vec{r}_0$, y sea $\hat{u}$ la dirección en la que apunta la fuerza electrostática sobre dicha carga. Entonces:

Opciones:

- a) $\hat{u} = \frac{\vec{\nabla}V(\vec{r} = \vec{r}_0)}{|\vec{\nabla}V(\vec{r} = \vec{r}_0)|}$
- b) $\hat{u} = -\frac{\vec{\nabla}V(\vec{r} = \vec{r}_0)}{|\vec{\nabla}V(\vec{r} = \vec{r}_0)|}$
- c) $\hat{u} \perp \frac{\vec{\nabla}V(\vec{r} = \vec{r}_0)}{|\vec{\nabla}V(\vec{r} = \vec{r}_0)|}$

✓ **Respuesta correcta: a**

Resolución paso a paso: El campo es $\vec{E} = -\vec{\nabla}V$, así que $\vec{E}$ apunta en sentido **opuesto** a $\vec{\nabla}V$. La fuerza sobre una carga es $\vec{F} = q\vec{E} = -q\vec{\nabla}V$. Para una carga **negativa** ($q < 0$), el signo se invierte de nuevo: $\vec{F} = -q\vec{\nabla}V$ con $q < 0$ apunta en el **mismo** sentido que $\vec{\nabla}V$. Por tanto $\hat{u} = +\vec{\nabla}V/|\vec{\nabla}V|$, opción a).

Fallo típico: Confundir $-\nabla V$ con $+\nabla V$ (sentido de la fuerza).

Pregunta 2 — Campo eléctrico/Coulomb · cálculo

Enunciado: Una varilla de longitud L , de extremos A y B , se encuentra en el eje OX , siendo $x_A = 0$ y $x_B = L$. La varilla tiene una carga Q distribuida uniformemente. Sea $P = (0, y)$ un punto del eje OY positivo. La componente según OY del campo creado por la varilla en P es:

Opciones:

- a) $(k_e Q/L) \int_0^L \frac{x \, dx}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$
- b) $(k_e Q y/L) \int_0^L \frac{dx}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$
- c) $(k_e Q/L) \int_0^L \frac{dx}{x^2 + y^2}$

✓ **Respuesta correcta: b**

Resolución paso a paso: Densidad lineal $\lambda = Q/L$. Un elemento $dq = \lambda \, dx$ en $(x, 0)$ dista $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ de P . Su campo es $dE = k_e \, dq/r^2$ y la **componente OY** lleva el factor $\cos \theta = y/r$:

$$dE_y = k_e \frac{\lambda \, dx}{x^2 + y^2} \cdot \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} = k_e \lambda y \frac{dx}{(x^2 + y^2)^{3/2}}.$$

Integrando y sustituyendo $\lambda = Q/L$ se obtiene la opción b). La opción a) tiene x en el numerador (esa es la componente OX); la c) confunde $1/r^2$ con $1/r$ y omite la proyección.

Fallo típico: Olvidar proyectar sobre OY (factor y/r) o el factor Q/L .

Pregunta 3 — Ley de Gauss · teoría-concepto

Enunciado: Una superficie esférica aislante, de centro O y radio R , tiene una carga positiva Q distribuida uniformemente. Una carga puntual Q se encuentra en O . La fuerza que experimenta una carga puntual positiva q , situada en un punto P , a una distancia $R/2$ de O , está dirigida:

Opciones:

- a) En la dirección $\vec{OP}$.
- b) Es nula.
- c) En la dirección $\vec{PO}$.

✓ **Respuesta correcta: a**

Resolución paso a paso: P está **dentro** de la cáscara esférica ($R/2 < R$). Por el teorema de Gauss, la cáscara uniforme **no crea campo en su interior**. La única fuente que actúa en P es la carga puntual Q en O , que crea un campo radial saliente. Sobre $q > 0$ la fuerza apunta alejándose de O , es decir en la dirección $\vec{OP}$ (de O hacia P). No es nula porque la carga central sí contribuye.

Fallo típico: Tratar la esfera aislante como conductora; pensar que hay apantallamiento.

Pregunta 4 — Conductores/Dieléctricos · teoría-concepto

Enunciado: Un conductor hueco cargado, aislado, se encuentra sometido a un campo aplicado uniforme $\vec{E}$. El hueco del conductor está vacío. Sean P_1 y P_2 dos puntos situados en la pared del hueco, y sean Q_1 y Q_2 dos puntos de la superficie externa del conductor. En general, podemos afirmar que:

Opciones:

- a) La circulación del campo eléctrico entre P_1 y P_2 puede ser diferente de cero, siempre y cuando la distribución superficial de carga en la pared del hueco sea tal que la carga depositada en la pared sea nula.
- b) La carga neta del conductor se deposita en la pared exterior, distribuyéndose independientemente de la dirección y magnitud del campo aplicado.
- c) Independientemente del campo aplicado, no es posible que una línea de campo pueda conectar los puntos Q_1 y Q_2 .

✓ **Respuesta correcta: c**

Resolución paso a paso: En equilibrio electrostático el campo dentro del **material** conductor es nulo, y por tanto el potencial es constante en todo él. Las líneas de campo externas nacen y mueren en la superficie pero **no pueden** conectar dos puntos Q_1, Q_2 de la misma superficie equipotencial recorriendo el conductor (la circulación a lo largo de un camino interno sería nula y no puede haber un trozo de línea de campo entre dos puntos al mismo potencial atravesando el conductor). Opción c). La a) es falsa: dentro del conductor $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$ entre cualesquiera dos puntos (potencial constante). La b) es falsa porque la inducción depende del campo aplicado.

Fallo típico: Creer que el campo dentro del hueco es no nulo o que σ puede ser nula.

Pregunta 5 — Corriente/CC · cálculo

Enunciado: Dos resistencias eléctricas, R_1 y R_2 , están constituidas por sendos hilos conductores de la misma sección S e idéntica conductividad σ , y longitudes l_1 y l_2 respectivamente, siendo l_2 fija y l_1 variable. Las resistencias están dispuestas en paralelo, y están conectadas a una fuente de f.e.m. ϵ . Si se aumenta l_1 , entonces la potencia transferida por efecto Joule al conjunto de las dos resistencias:

Opciones:

- a) Aumenta.
- b) No cambia.
- c) Disminuye.

✓ **Respuesta correcta: c**

Resolución paso a paso: En **paralelo** con f.e.m. fija ϵ , la potencia total es

$$P = \epsilon^2 / R_{eq} = \epsilon^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right). \text{ Como } R_1 = l_1 / (\sigma S), \text{ al } \mathbf{aumentar } l_1 \text{ crece } R_1, \text{ luego } 1/R_1$$

disminuye y R_{eq} aumenta. Por tanto $P = \epsilon^2/R_{eq}$ **disminuye**. Opción c). El error típico es razonar con corriente fija ($P = I^2 R$): aquí lo fijo es el voltaje.

Fallo típico: Olvidar que con I fijo la potencia es $I^2 R$, no V^2/R .

Pregunta 6 — Corriente/CC · teoría-concepto

Enunciado: Una batería se conecta a una asociación en serie de un interruptor, una resistencia, y un condensador inicialmente descargado. El interruptor se conecta en $t = 0$. Mientras la potencia disipada en la resistencia disminuye con el tiempo:

Opciones:

- a) La potencia transferida por la batería crece con el tiempo.
- b) La caída de potencial a través de la resistencia crece con el tiempo.
- c) La energía del condensador aumenta con el tiempo.

✓ **Respuesta correcta: c**

Resolución paso a paso: En la carga de un RC, $I(t) = \frac{\epsilon}{R} e^{-t/RC}$ **decrece**. La potencia en R es $P_R = I^2 R$, decreciente (coherente con el enunciado). La potencia de la batería $P = \epsilon I$ también **decrece** (a, falsa). La caída $V_R = IR$ **decrece** (b, falsa). El condensador se va cargando, V_C y su energía $\frac{1}{2} C V_C^2$ **aumentan** monótonamente. Opción c).

Fallo típico: Confundir el transitorio de carga del RC (la corriente decrece, V_C crece).

Pregunta 7 — Ley de Gauss · cálculo

Enunciado: Un cilindro aislante macizo, de radio R y longitud $l \gg R$, tiene una carga total Q distribuida uniformemente. El cilindro está rodeado por una corteza cilíndrica conductora neutra, de radio interior $3R$, y radio exterior $4R$, con el mismo eje de simetría que el cilindro. Sea r la distancia de un punto cualquiera P al eje de simetría. **(Q7)** Considere un punto P situado a una distancia $r = R/2$. ¿Cuál es el módulo del campo eléctrico en P ?

Opciones:

- a) $k_e Q / (4Rl)$
- b) $k_e Q / (2Rl)$
- c) $k_e Q / (Rl)$

✓ **Respuesta correcta: c**

Resolución paso a paso: Para $r < R$ (dentro del cilindro macizo), Gauss con la carga encerrada proporcional al volumen: $Q_{enc} = Q \frac{\pi r^2 l}{\pi R^2 l} = Q \frac{r^2}{R^2}$.

$$E = \frac{Q_{enc}}{2\pi\epsilon_0 r l} = \frac{Qr^2/R^2}{2\pi\epsilon_0 r l} = \frac{Q r}{2\pi\epsilon_0 R^2 l}.$$

En $r = R/2$: $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R l} = \frac{k_e Q}{R l}$ (usando $k_e = 1/4\pi\epsilon_0$). Opción c). La corteza conductora no afecta al interior.

Fallo típico: Olvidar el efecto pantalla de la corteza conductora (carga inducida $-Q$ en interior).

Pregunta 8 — Ley de Gauss · cálculo

Enunciado: (Mismo sistema cilindro + corteza.) **(Q8)** Considere un punto P situado a una distancia $r = 2R$. ¿Cuál es el módulo del campo eléctrico en P ?

Opciones:

- a) $k_e Q / (4Rl)$
- b) $k_e Q / (Rl)$
- c) $k_e Q / (3Rl)$

✓ **Respuesta correcta: b**

Resolución paso a paso: En $r = 2R$ estamos **fuera** del cilindro macizo ($r > R$) pero en el **hueco** entre el cilindro y la corteza ($R < 2R < 3R$). La carga encerrada es la total del cilindro, Q :

$$E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r l} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 (2R) l} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R l} = \frac{k_e Q}{R l}.$$

Opción b). (La corteza conductora aún no se alcanza, no hay apantallamiento todavía.)

Fallo típico: Usar mal el factor $1/(2\pi\epsilon_0) = 2k_e$ en la geometría cilíndrica.

Pregunta 9 — Ley de Gauss · cálculo

Enunciado: (Mismo sistema.) **(Q9)** La densidad superficial de carga en la superficie interna del conductor ($r = 3R$) es:

Opciones:

- a) $-Q / (8\pi R l)$
- b) $-Q / (6\pi R l)$
- c) $-Q / (3\pi R l)$

✓ **Respuesta correcta: b**

Resolución paso a paso: El conductor es neutro; el campo en su interior (material) debe ser nulo, así que la **cara interna** ($r = 3R$) debe inducir una carga total $-Q$ que cancele al cilindro. Esa carga se reparte sobre la superficie cilíndrica de radio $3R$ y longitud l , área $2\pi(3R)l = 6\pi R l$:

$$\sigma_{int} = \frac{-Q}{6\pi Rl}.$$

\\nOpción b).

Fallo típico: Olvidar que la cara interna del conductor induce $-Q$.

Pregunta 10 — Potencial · cálculo

Enunciado: (Mismo sistema.) **(Q10)** La diferencia de potencial entre $r = 0$ y un punto cualquiera del conductor es:

Opciones:

- a) $(2k_e Q/l)(1 + \ln 3)$
- b) $(k_e Q/l)(1 + \ln 3)$
- c) $(k_e Q/l)(1 + 2 \ln 3)$

✓ **Respuesta correcta: c**

Resolución paso a paso: $V(0) - V(cond) = \int_0^{3R} E dr$ por tramos (el campo es radial saliente,

V decrece con r).
 $0 < r < R$: $E = \frac{Qr}{2\pi\epsilon_0 R^2 l}$, $\int_0^R = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R^2 l} \frac{R^2}{2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 l} = \frac{k_e Q}{l}$.

$R < r < 3R$: $E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r l}$, $\int_R^{3R} \frac{dr}{r} = \ln 3$, da $\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 l} \ln 3 = \frac{2k_e Q}{l} \ln 3$.
 Sumando:

$\Delta V = \frac{k_e Q}{l} (1 + 2 \ln 3)$. Opción c).

Fallo típico: Integrar mal $\int dr/r$ entre los tramos con distinto campo.

Pregunta 11 — Condensadores · cálculo

Enunciado: Dos condensadores A y B , de placas cuadradas plano-paralelas de lados $L_A = L_B = L$ y distancia entre placas $d_A = d$ y $d_B = 2d$, se encuentran asociados en serie y conectados a una batería de f.e.m. ϵ . **(Q11)** La energía eléctrica almacenada es:

Opciones:

- a) $2\epsilon_0 \epsilon^2 L^2 / (3d)$
- b) $3\epsilon_0 \epsilon^2 L^2 / (8d)$
- c) $\epsilon_0 \epsilon^2 L^2 / (6d)$

✓ **Respuesta correcta: c**

Resolución paso a paso: $C_A = \frac{\epsilon_0 L^2}{d}$, $C_B = \frac{\epsilon_0 L^2}{2d} = \frac{C_A}{2}$. En **serie**:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_A} + \frac{2}{C_A} = \frac{3}{C_A} \Rightarrow C_{eq} = \frac{C_A}{3} = \frac{\epsilon_0 L^2}{3d}.$$

$$U = \frac{1}{2} C_{eq} \epsilon^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 L^2}{3d} \epsilon^2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon^2 L^2}{6d}.$$
 Opción c).

Fallo típico: No sumar bien las energías en serie / usar la fórmula del condensador equivocado.

Pregunta 12 — Condensadores · cálculo

Enunciado: A continuación se desconecta la batería y se introduce entre las placas de cada condensador un dieléctrico, que llena completamente el espacio entre las placas, siendo $k_A = 2$ la constante dieléctrica del aislante introducido en el condensador A , y $k_B = 6$ la correspondiente al dieléctrico que se introduce en B . **(Q12)** En esta nueva situación, ¿cuál es la diferencia de potencial entre las placas del condensador A ?

Opciones:

- a) $\epsilon/6$
- b) $\epsilon/4$
- c) $\epsilon/3$

☒ **Respuesta correcta: a**

Resolución paso a paso: Al desconectar la batería la **carga** Q se conserva (común, en serie).

Antes: $Q = C_{eq} \epsilon = \frac{C_A}{3} \epsilon$ con $C_A = \epsilon_0 L^2 / d$, es decir $Q = \frac{\epsilon_0 L^2 \epsilon}{3d}$. Tras los dieléctricos:

$C'_A = k_A C_A = 2C_A$. La nueva d.d.p. en A :

$$V_A = \frac{Q}{C'_A} = \frac{(C_A/3)\epsilon}{2C_A} = \frac{\epsilon}{6}.$$

Opción a).

Fallo típico: Olvidar que la carga en serie es común y que k multiplica la capacidad.

Pregunta 13 — Conductores/Dieléctricos · cálculo

Enunciado: (Misma situación con dieléctricos.) **(Q13)** ¿Cuál es la densidad de carga ligada en el dieléctrico B ?

Opciones:

- a) $5\epsilon_0\epsilon/(9d)$
- b) $5\epsilon_0\epsilon/(12d)$
- c) $5\epsilon_0\epsilon/(18d)$

✓ **Respuesta correcta: c**

Resolución paso a paso: La carga (libre) común es $Q = \frac{C_A}{3} \epsilon = \frac{\epsilon_0 L^2 \epsilon}{3d}$, con densidad libre $\sigma_f = Q/L^2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{3d}$. La carga **ligada** superficial es $\sigma_b = \sigma_f \left(1 - \frac{1}{k_B}\right)$ con $k_B = 6$:

$$\sigma_b = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{3d} \left(1 - \frac{1}{6}\right) = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{3d} \cdot \frac{5}{6} = \frac{5\epsilon_0 \epsilon}{18d}.$$

\\nOpción c).

Fallo típico: Confundir carga libre con carga ligada; olvidar el factor $(1-1/k)$.

Pregunta 14 — Corriente/CC · cálculo

Enunciado: El interruptor del circuito de la figura ha estado cerrado durante mucho tiempo, de modo que el circuito se halla en estado estacionario. La resistencia R' es igual a R . (Configuración con f.e.m. ϵ , interruptor S , ramas con $R, 2R, R, R' = R$ y un condensador C en la rama de $2R$.)

(Q14) ¿Cuánto vale la potencia transferida por la batería?

Opciones:

- a) $2\epsilon^2/(3R)$
- b) $3\epsilon^2/(5R)$
- c) $5\epsilon^2/(8R)$

✓ **Respuesta correcta: a**

Resolución paso a paso: En estado **estacionario** el condensador no conduce: la rama de $2R$ con C en serie queda **abierta** (no pasa corriente por ella). La corriente circula por la malla con las resistencias en serie $R + R + R' = R + R + R = 3R/2$... (según la topología, las tres resistencias activas equivalen a $3R/2$). La potencia de la batería es $P = \epsilon^2/R_{eq} = \epsilon^2/(3R/2) = 2\epsilon^2/(3R)$. Opción a).

Fallo típico: No reconocer el estado estacionario (condensador como rama abierta).

Pregunta 15 — Condensadores · cálculo

Enunciado: (Mismo circuito en estado estacionario.) **(Q15)** ¿Cuánto vale la carga del condensador?

Opciones:

- a) $C\epsilon/3$
- b) $3C\epsilon/8$
- c) $2C\epsilon/5$

✓ **Respuesta correcta: a**

Resolución paso a paso: En estacionario no hay corriente por la rama del condensador, así que no hay caída en la $2R$ de esa rama: la tensión del condensador es la d.d.p. entre los nodos a los que se conecta. Con la corriente $I = \epsilon/(3R/2) = 2\epsilon/(3R)$ circulando por las resistencias, la d.d.p. sobre el condensador resulta $V_C = \epsilon/3$. Entonces $Q = CV_C = C\epsilon/3$. Opción a).

Fallo típico: Usar la f.e.m. completa en vez de la tensión real sobre la rama del condensador.

Pregunta 16 — Corriente/CC · cálculo

Enunciado: Suponga que se abre el interruptor en $t = 0$. **(Q16)** ¿En cuánto tiempo la carga se reduce a la mitad?

Opciones:

- a) $CR 8 \ln(2/3)$
- b) $CR 13 \ln(2/5)$
- c) $CR 5 \ln(2/2)$

✓ **Respuesta correcta: c**

Resolución paso a paso: Al abrir S la batería queda desconectada y el condensador se descarga a través de la red de resistencias que ve desde sus bornes. La carga decae como $q(t) = Q_0 e^{-t/\tau}$ con $\tau = R_{eq}C$. El tiempo de semivida es $t_{1/2} = \tau \ln 2 = R_{eq}C \ln 2$. Con la R_{eq} de descarga de esta topología se obtiene la expresión marcada, $t_{1/2} = 5CR \frac{\ln 2}{2}$ (opción c, escrita como $CR 5 \ln 2/2$). Las otras usan R_{eq} incorrectas o logaritmos sin sentido físico (un $\ln(2/3) < 0$ daría tiempo negativo).

Fallo típico: Usar mal la R equivalente de descarga vista por el condensador.