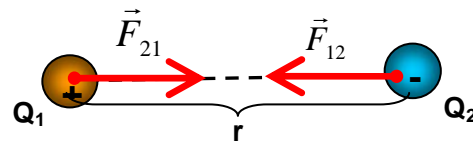


## PROBLEMAS SOBRE CAMPO ELÉCTRICO

### Ley de Coulomb

1. Calcula la intensidad (módulo) de las fuerzas que dos cargas  $Q_1=8\mu\text{C}$  y  $Q_2=-6\mu\text{C}$  separadas una distancia  $r=30\text{cm}$  se ejercer mutuamente. Dibújalas.

**Solución:**  $|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}| = 4,8\text{N}$



2. ¿A que distancia se deben situar 2 cargas de  $+1\mu\text{C}$  para repelerse con una fuerza de  $1\text{N}$ ?

**Solución:**  $r=9,5\text{cm}$

3. Dos esferas metálicas, cargadas con  $3 \cdot 10^{-4}\text{C}$  y  $4 \cdot 10^{-5}\text{C}$ , se encuentran a una distancia de  $2\text{m}$ . ¿Qué fuerza se ejerce sobre ellas?

**Solución:**  $27\text{N}$

4. ¿A qué distancia se encuentran dos esferas metálicas cargadas con  $3 \cdot 10^{-4}\text{C}$  cada una, sabiendo que entre ellas se ejerce una fuerza de  $10\text{N}$ ?

**Solución:**  $9\text{m}$

5. Entre dos esferas cargadas eléctricamente, que distan entre sí  $6\text{m}$ , se ejerce una fuerza de  $50\text{N}$ . Sabiendo que la carga de una de ellas es  $5 \cdot 10^{-2}\text{C}$ , calcula la carga de la otra.

**Solución:**  $4 \cdot 10^{-4}\text{C}$

6. En los vértices de un triángulo equilátero de  $10\text{cm}$  de lado, se colocan sendas cargas eléctricas positivas de  $5 \cdot 10^{-6}\text{C}$ . Calcula la fuerza que actúa sobre cada una de ellas.

**Solución:**  $38,97\text{N}$

7. En los puntos  $A(0,0)$  y  $B(6,0)$  de un sistema de coordenadas, graduado en  $\text{cm}$ , se colocan dos cargas positivas de  $3 \cdot 10^{-6}\text{C}$  y  $5 \cdot 10^{-6}\text{C}$ , respectivamente. Calcular las componentes de la fuerza que actúa sobre una carga prueba positiva de  $10^{-6}\text{C}$  situada en el punto  $P(6,6)$ .

**Solución:**  $F_x=2,65\text{N}; F_y=15,15\text{N}$

8. En el problema anterior, calcula la intensidad (módulo) del campo eléctrico creado por las cargas del ejercicio anterior en el punto  $P$ .

**Solución:**  $1,54 \cdot 10^7\text{N/C}$

9. Compara la atracción gravitatoria con la atracción electrostática que ocurre entre un protón y un electrón.

**Solución:**  $\frac{|\vec{F}_{\text{electrica}}|}{|\vec{F}_{\text{gravitatoria}}|} \approx 2,3 \cdot 10^{39}$

10. Calcular la fuerza que  $Q_1$  y  $Q_2$  hacen sobre  $Q_3$  (ver figura). Dibuja cada una de estas fuerzas y la resultante.

Datos:  $Q_1=4\mu\text{C}$ ,  $Q_2=6\mu\text{C}$ ,  $Q_3=3\mu\text{C}$ ,  $r_{13}=r_{12}=30\text{cm}$

**Solución:**  $\vec{F}_{\text{Total}} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = (-0,64; 1,84)\text{N}$

11. Dos pequeñas bolas, de  $100\text{g}$  de masa cada una de ellas, están sujetas por hilos de  $15\text{cm}$  de longitud, suspendidas de un punto común. Si ambas bolitas tienen la misma carga eléctrica y los hilos forman un ángulo de  $100^\circ$ , calcula el valor de la carga eléctrica. ¿Puedes determinar el tipo de carga?

**Solución:**  $q=8,1 \cdot 10^{-8}\text{C}$

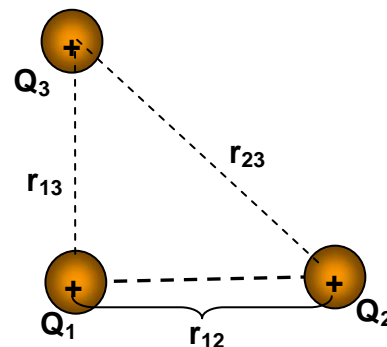


Figura problema 10

12. Dos bolas de 100g cuelgan de un hilo de 20cm. Si se cargan con la misma carga se separan quedando en equilibrio formando un ángulo de  $30^\circ$  entre sí. Dibuja un diagrama de las fuerzas implicadas. ¿Qué carga tiene cada bola?
13. ¿Cómo varía la fuerza que ejercen entre sí dos partículas de masa "m" y carga "+q", separadas una distancia "d" cuando se duplican simultáneamente su masa, su carga y la distancia de separación?. Si la carga que posee cada partícula es de 1 C ¿Cuál ha de ser su masa para que la fuerza entre ellas sea nula?

*Solución a) No varía b)  $1,16 \cdot 10^{10}$  Kg*

### Campo eléctrico, energía potencial eléctrica, trabajo eléctrico

14. Halla la intensidad del campo eléctrico generado por una carga  $q=5 \cdot 10^{-9}C$  a una distancia de 30 cm? *Solución:  $500N/C$*
15. Calcula la intensidad del campo eléctrico en un punto situado a 3cm de una carga de  $q=5 \cdot 10^{-8}C$ . *Solución:  $5 \cdot 10^5 N/C$*
16. Halla la intensidad del campo eléctrico en un punto situado a 18 km de una carga de  $120\mu C$ . *Solución:  $3,3 \cdot 10^{-3} N/C$*
17. Calcula la intensidad del campo eléctrico en un punto si al colocar una carga de  $48\mu C$  sobre dicho punto se ejerce una fuerza de 1,8N sobre ella. *Solución:  $37500N/C$*
18. Calcula la intensidad del campo eléctrico en el punto medio entre dos cargas puntuales  $q_1=20 \cdot 10^{-8}C$  y  $q_2=-5 \cdot 10^{-8}C$  separadas por 10cm. *Solución:  $9 \cdot 10^5 N/C$*
19. Calcula la intensidad del campo eléctrico en el punto medio de dos cargas puntuales  $q_1=20 \cdot 10^{-8}C$  y  $q_2=5 \cdot 10^{-8}C$  separadas por 10cm. *Solución:  $5,4 \cdot 10^5 N/C$*
20. Dos cargas eléctricas de 3 y  $-8\mu C$  se encuentran separadas a una distancia de 2m. Calcula la intensidad del campo eléctrico en su punto medio. *Solución:  $5,4 \cdot 10^5 N/C$*
21. Dos cargas positivas de  $1,5\mu C$  y  $3\mu C$  están separadas por 20cm. ¿En qué punto será nulo el campo eléctrico creado por estas cargas? *Solución:  $0,083m$*
22. Calcula el campo eléctrico generado por el núcleo de hidrógeno sobre su electrón sabiendo que la distancia media entre ellos vale 25 pm. ¿Cuánto vale la fuerza de interacción electrostática? *Solución:  $E=2,3 \cdot 10^{12} N/C$ ;  $F=3,7 \cdot 10^{-7} N$*
23. Dos cargas positivas de 2 y  $4\mu C$  se encuentran en los puntos A(0,0) y B(1,0), respectivamente. Calcula el vector campo eléctrico en el punto C(1,1). *Solución:  $E_x=6364N/C$ ;  $E_y=42364N/C$*
24. Dos cargas eléctricas puntuales de valor  $2 \mu C$  y  $-2 \mu C$ , se encuentran situadas en el plano XY, en los puntos (0,3) y (0,-3) respectivamente, estando las distancias expresadas en m.
- ¿Cuáles son los valores de la intensidad del campo en el punto (0,6) y en el punto (4,0)?
  - ¿Cuál es el trabajo realizado por el campo sobre un protón cuando se desplaza desde el punto (0,6) hasta el punto (4,0)?

Datos: carga del electrón  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ ,  $K = \frac{1}{4\pi\epsilon} = 9 \cdot 10^9 Nm^2 / C^2$

*Solución: a) En el punto (0,6):  $\vec{E} = (0 ; 1777,77)N / C$ , en el punto (4,0):  $\vec{E} = (0 ; 864)N / C$   
b)  $6,4 \cdot 10^{-16} J$*

25. Se tienen dos cargas eléctricas iguales y de signo opuesto, de valor absoluto 1 nC, situadas en el plano XY, en los puntos (-1,0) la carga positiva y (1,0) la carga negativa. Sabiendo que las posiciones están dadas en metros. Se pide:

a) El potencial y el campo eléctrico en los puntos A=(0,1) y B=(0,-1).

b) El trabajo necesario para llevar un electrón desde A hasta B, interpretando el resultado.

26. En los vértices de un cuadrado de lado 1m se colocan cargas idénticas de valores  $Q_1=1\mu\text{C}$ ;  $Q_2=2\mu\text{C}$ ,  $Q_3=3\mu\text{C}$  y  $Q_4=4\mu\text{C}$ . Halla el valor del campo eléctrico y del potencial en el centro del cuadrado.

**Solución:**  $E = -36,2 \cdot 10^3 \mathbf{u}_r \text{ N/C}$ ;  $V = 9,2 \cdot 10^4 \text{ V}$ .

27. Una carga eléctrica de 5  $\mu\text{C}$  se encuentra fija en el origen de un sistema de coordenadas. Otra carga de 1 $\mu\text{C}$  se acerca desde una distancia de 100 cm a otra situada a 10 cm de la primera carga. Calcula:

a) El trabajo necesario para realizar este desplazamiento.

b) La fuerza necesaria para mantener la segunda carga en la posición final.

**Solución:** a)  $W = -0,405 \text{ J}$  b)  $F = 4,5 \text{ N}$

28. Dos partículas con cargas  $Q_1=1\mu\text{C}$ ;  $Q_2=2\mu\text{C}$  están separadas una distancia  $d=0,5\text{m}$ . Calcula la fuerza que actúa sobre la segunda y su energía potencial electrostática. Si  $Q_2$  puede moverse, partiendo del reposo, ¿hacia dónde lo hará?. Calcula su energía cinética cuando se haya desplazado 0,2 m respecto a su posición inicial. ¿Cuánto trabajo habrá realizado hasta entonces el campo eléctrico?.

**Solución:** a)  $F=0,072 \text{ N}$ ,  $U=0,036 \text{ J}$  b) Hacia potenciales decrecientes  $E_c=W = 0,010 \text{ J}$

29. Tenemos una carga de 1mC en el origen y otra de 3mC en el punto (2;0) en unidades del S.I. Determina:

a) El potencial eléctrico en el punto medio entre las cargas

b) El campo eléctrico en dicho punto.

c) La energía potencial eléctrica del conjunto de las dos cargas

**Solución** a)  $V=3,6 \cdot 10^7 \text{ N}\cdot\text{m/C}$  (ó V) b)  $E=-1,8 \cdot 10^7 \mathbf{u}_r \text{ N/C}$  c)  $1,35 \cdot 10^4 \text{ J}$

30. Un núcleo atómico tiene una carga de +50e-. Calcula el potencial que crea en un punto situado a  $10^{-12} \text{ m}$  de dicho núcleo y la energía potencial de un protón situado en dicho punto. Si se dejase en libertad el protón, ¿qué crees que sucedería?.

**Solución:**  $V = 72000 \text{ V}$ ;  $U = 1,16 \cdot 10^{-14} \text{ J}$

31. Dos cargas puntuales iguales de valor "+q" cada una, están situadas a una distancia "a" ¿Qué trabajo será preciso realizar para que la distancia se reduzca a la mitad?. ¿En que % varía la energía mecánica del sistema? ¿Es igual que el proceso se haga acercando una a otra o acercando las dos simultáneamente?.

**Solución:**  $W = a Kq^2$  - no espontáneo La energía mecánica del sistema no varía porque el campo eléctrico es conservativo. Si porque no depende del camino seguido, sólo de la posición inicial y final

### Potencial, superficies equipotenciales

32. Halla el trabajo necesario para desplazar una carga de 0,005C entre dos puntos cuya diferencia de potencial es 300V.

**Solución:** 1,5J

33. Una carga puntual  $q = (1/9) \cdot 10^{-8} \text{ C}$  está en el origen de coordenadas. Dibujar las superficies equipotenciales en intervalos de 25V desde 50V hasta 100V. ¿Están igualmente espaciadas? Explica por qué las líneas de campo eléctrico y las superficies equipotenciales se cortan perpendicularmente y por qué las superficies equipotenciales no se pueden cortar.

**Solución** a) No b) porque el trabajo al mover una carga sobre una superficie equipotencial es cero y eso implica que  $E$  y  $dr$  sean perpendiculares. Dos superficies equipotenciales no se pueden cortar porque si lo hicieran en un mismo punto existirían dos campos eléctricos y eso no es posible

34. Si en cierta región del espacio el potencial es constante. ¿Qué puedes decir sobre el campo eléctrico en esa región del espacio? ¿Cómo se llama esa región del espacio?. Si se libera un protón desde el reposo en un campo eléctrico uniforme ¿Aumenta o disminuye su potencial eléctrico?. ¿Qué puedes decir acerca de su energía potencial? ¿y del trabajo?

**Solución:** a) El campo es cero. Se llama superficie equipotencial b) Su potencial eléctrico disminuye. Su energía potencial también disminuye. El trabajo es un trabajo positivo, espontáneo, a favor del campo

35. Consideremos las superficies equipotenciales producidas por una carga puntual de valor  $q=2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  colocada en el origen de coordenadas. Haz un esquema de las superficies equipotenciales. Calcula la separación entre la superficie equipotencial de 6000V y la de 2000V. Calcula el trabajo que tiene que realizar un agente externo para mover una carga de prueba  $q_0=1,5 \text{ mC}$  desde la superficie equipotencial de 6000 V hasta la de 2000 V sin variar su energía cinética.

**Solución:** b)  $6 \text{ m}$ ; c)  $6 \text{ J}$

### Campos uniformes

36. Supón que junto a la superficie de la Tierra existe, además de su campo gravitatorio  $g=10 \text{ N/Kg}$ , un campo eléctrico uniforme dirigido en vertical y hacia arriba  $E = 10^4 \text{ N/C}$ . En esta región soltamos una partícula de masa  $m=0,01 \text{ Kg}$ , con velocidad nula.

a) Cuál debe ser su carga para que permanezca en reposo?

b) Si la carga de la partícula es el doble de la que acabas de calcular, realizará un movimiento ascendente. ¿Por qué?. Calcula su velocidad cuando haya ascendido 2 m respecto al punto inicial

**Solución** a)  $10^{-5} \text{ C}$  b) Porque  $F_e > P$   $6,32 \text{ m.s}^{-1}$

37. Tenemos un campo eléctrico uniforme, dirigido verticalmente hacia abajo, cuya intensidad es de  $10^{-11} \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ . Se sitúa un electrón a 10 m de altura sobre el suelo, sometido a la acción del campo eléctrico y del campo gravitatorio. Se pide:

a) ¿en que sentido y con qué aceleración se moverá?

b) ¿qué tiempo tardará en llegar al suelo?, ¿o no caerá?

Datos: masa del electrón  $m_e = 0,109 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$  carga del electrón  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  Gravedad terrestre  $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$ .

**Solución:** a)  $a = -8,04 \text{ j m/s}^2 = (0; -8,04) \text{ m/s}^2$ ; b)  $t = 1,58 \text{ s}$

38. Halla la aceleración de un protón en un campo eléctrico de valor  $500 \text{ N/C}$ . ¿Cuántas veces esta aceleración es mayor que la debida a la gravedad?. La masa del protón vale  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

**Solución:**  $4,9 \cdot 10^9 \text{ N/C}$

39. En un punto P del espacio existe un campo eléctrico  $E=5 \cdot 10^4 \text{ N/C}$  dirigido hacia la derecha. Si una carga positiva de  $1,5 \mu\text{C}$  se coloca en P, ¿cuál será el valor de la fuerza eléctrica que actúa sobre ella?, ¿en qué sentido se moverá la carga?

*Solución:* Hacia la derecha;  $F=0,075 \text{ N}$

40. Se coloca un protón en reposo entre las placas de un condensador donde existe un campo eléctrico  $E=1,67 \cdot 10^3 \text{ N/C}$ . Calcula la aceleración con que se mueve y escribe la ecuación de su movimiento. La masa del protón vale  $m_p=1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

*Solución:*  $1,602 \cdot 10^{11} \text{ m/s}^2$

41. Explica cómo afectará al movimiento de un electrón o un protón el campo eléctrico creado por las placas de un condensador al atravesarlo. Ver figura:



42. Cada uno de los electrones que componen un haz tiene una energía cinética de  $1,6 \cdot 10^{-17} \text{ J}$ . Calcula su velocidad. Buscando los datos que necesites, ¿cuál será la dirección, sentido y módulo de un campo eléctrico que haga que los electrones se detengan a una distancia de  $10 \text{ cm}$ , desde su entrada en la región ocupada por el campo?

43. Una pequeña esfera de  $0,2 \text{ g}$  cuelga de un hilo de masa despreciable entre dos láminas verticales separadas  $5 \text{ cm}$ . La esfera tiene una carga positiva de  $6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ .

a) ¿Qué diferencia de potencial entre las láminas hará que el hilo forme un ángulo de  $45^\circ$  con la vertical?

b) ¿Cuál será la intensidad del campo eléctrico entre las láminas?

*Solución a)*  $16333 \text{ V}$  *b)*  $3,27 \cdot 10^5 \text{ V/m}$

44. Si entre las dos placas de un condensador plano separadas  $3 \text{ cm}$  entre sí, existe un campo uniforme de  $7 \cdot 10^{-4} \text{ N/C}$ , calcula:

a) ¿Qué fuerza se ejercerá sobre un electrón situado en su interior?

b) ¿Qué aceleración adquiere el electrón?

c) Si el electrón se desplaza, partiendo del reposo, de la placa negativa a la positiva ¿qué velocidad y qué energía cinética posee al llegar a la placa positiva?

*Solución a)*  $F=-1,12 \cdot 10^{-22} \text{ i N} = (-1,12 \cdot 10^{-22}; 0) \text{ N}$  *b)*  $a=-1,23 \cdot 10^8 \text{ i} = (-1,23 \cdot 10^8; 0) \text{ m/s}^2$ ; *c)*  $-2717,4 \text{ i m/s}$ ,  $E_c=3,36 \cdot 10^{-24} \text{ J}$

45. Entre dos placas planas y paralelas separadas  $5 \text{ cm}$  se establece una diferencia de potencial de  $1500 \text{ V}$ . Un protón libera se libera de la placa positiva en el mismo instante en que un electrón se libera de la placa negativa. Determina:

a) A qué distancia de la placa positiva se cruzan.

b) La velocidad y la energía cinética con la que llegan cada uno de ellos a la respectiva placa opuesta.

Datos: Masa del electrón :  $m_e=9,109 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ . Masa del protón:  $m_p=1,672 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ .

*Solución:* a)  $x = 2,72 \cdot 10^5 \text{ m}$  b)  $v_p=5,35 \cdot 10^5 \text{ m/s}$   $E_{c_p}= 39,9 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ ;  $v_e= 2,29 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ ;  $E_{c_e}= 239,9 \cdot 10^{-18} \text{ J}$

46. Un punto (A) de un campo eléctrico uniforme tiene un potencial de 20V. Al trasladar una carga eléctrica de 0,4C desde este punto a otro punto (B) situado a 20 cm hacia su derecha, la fuerza electrostática realiza un trabajo de -200J. Calcula el potencial en el segundo punto y la componente del campo en esa dirección. ¿La energía potencial de la carga aumenta o disminuye? ¿Por qué?

**Solución**  $V_B = 520V$  (ten en cuenta que  $(V_B - V_A) = 500V$ )  $E = -2500 V/m$

47. En una región del espacio hay un campo uniforme de  $500 N/C$  dirigido hacia la derecha. Calcula el trabajo que realiza el campo eléctrico al mover una carga puntual de 2C desde el punto A hasta el punto B situado a 3 m a izquierda de A. ¿Cuál es la diferencia de potencial entre los puntos?

**Solución** :  $W(A \rightarrow B) = -3000J$ ;  $(V_B - V_A) = 1500V$

48. Un protón parte del reposo se acelera en una máquina (ciclotrón) hasta alcanzar la velocidad de  $2,5 \cdot 10^7$  m/s, en un tiempo de 0,01s. Determina la potencia media desarrollada por el acelerador en el proceso. (Masa del protón:  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  Kg).

Nota: Para hacer este problema no se necesita saber nada de campo eléctrico, potencial, etc. así que en cierta medida es una tontería que esté aquí, pero al menos podéis hacer una aproximación de cuanto "os costaría" acelerar un protón hasta una velocidad 1/10 de la de la luz.

**Solución:**  $P = 5,22 \cdot 10^{11}$  Watios.

### Campo y potencial eléctrico en conductores. Capacidad

49. Una esfera metálica de 72cm de radio adquiere una carga de  $-10^{-9}C$ . Calcula el potencial de la esfera y su capacidad en nanofaradios.  
*Sol.: -12,5V; 800nF*
50. Una esfera adquiere una carga de 1,5nC al potencial de 20V. Calcula el radio de la esfera.  
*Sol.: 54cm*
51. Supón que en la proximidad de la superficie terrestre existe un campo eléctrico de valor  $100 N/C$  dirigido verticalmente hacia abajo: a) ¿Cuál es el signo de la carga eléctrica existente en la Tierra? b) ¿Cuál es el valor de esta carga? ( $R_T = 6370$ km) c) Como la carga se encuentra casi totalmente en su superficie, ¿cuánto vale la densidad de carga superficial?  
*Sol.: Negativa;  $4,5 \cdot 10^5 C$ ;  $8,84 \cdot 10^{10} C/m^2$*

52. Un cuerpo cargado con  $3 \cdot 10^{-3}C$  alcanza un potencial de 6V. Calcula su capacidad en microfaradios.  
*Solución: 500mF*

53. Dos esferas metálicas iguales cargadas a  $+1,5 \cdot 10^{-5}C$  y a  $+4,5 \cdot 10^{-5}C$  se ponen en contacto. Determinar la carga final que tienen. ¿Y si la carga de la segunda esfera fuera de  $-4,5 \cdot 10^{-5}C$ ?  
*Solución:  $3 \cdot 10^{-5}C$ ;  $1,5 \cdot 10^{-5}C$*

54. Dos esferas metálicas tienen radios de 50cm y 25cm y están inicialmente cargadas a  $+4,5 \cdot 10^{-5}C$  y  $+1,5 \cdot 10^{-5}C$ , respectivamente, cuando se ponen en contacto. Calcula la carga que cada esfera conductora en contacto.  
*Solución:  $q_1' = 2 \cdot 10^{-5}C$ ;  $q_2' = 4 \cdot 10^{-5}C$*

### Condensadores:

55. Calcula la carga de un condensador de  $3\mu F$  de capacidad si se conecta a una batería de 500V.  
*Solución:  $1,5 \cdot 10^{-3}C$*
56. Calcula la superficie de un condensador plano-paralelo con dieléctrico de vidrio de 1mm de espesor si su capacidad es de 20nF y la constante dieléctrica relativa de del vidrio es  $\epsilon_r = 5$  ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} F/m$ ).  
*Solución:  $0,45m^2$*

57. Dos condensadores iguales de  $20\text{nF}$  se asocian en serie y en paralelo. ¿Cuál es el valor de la capacidad total en cada caso?  
*Solución:  $10\text{nF}$ ;  $40\text{nF}$*
58. Dos condensadores de capacidades  $10\text{nF}$  y  $30\text{nF}$  se asocian en serie y en paralelo. ¿Cuál es el valor de la capacidad total en cada caso?  
*Solución:  $7,5\text{nF}$ ;  $40\text{nF}$*