

Latihan Soal Bab 1 dan Bab 2

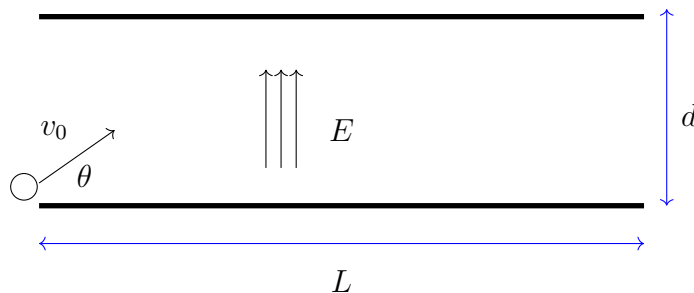
Mata Kuliah : Fisika 2
Kelas : 44
Dosen : Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.
Asisten : Surya Anoraga Justitia Yusman

Gaya Coulomb

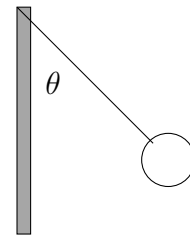
1. Dua muatan positif $+Q$ ditempatkan pada jarak b . Suatu muatan positif $+q$ dan massa m diletakkan di antara kedua muatan ini. Kemudian muatan ini digerakkan sedikit searah dengan garis penghubung kedua muatan, lalu dilepaskan sehingga muatan akan berosilasi. Hitung periode osilasi ini! Hitung juga periode osilasi jika $+q$ diganti dengan $-q$ tetapi digerakkan dalam arah tegak lurus garis penghubung kedua muatan!

Medan Listrik

1. Suatu elektron ditembakkan dengan kecepatan awal v_0 dan dengan sudut elevasi θ . Jarak kedua keping d dan panjang keping L . Jika $v_0 = 5.83 \times 10^6 \text{ m/s}$ dan $\theta = 39^\circ$; $E = 1870 \text{ N/C}$ (arah keatas), $d = 1.97 \text{ cm}$ dan $L = 6.20 \text{ cm}$. Elektron akan menumbuk keping atas atau keping bawah? Dimana?



2. Suatu bola bermassa m digantungkan dengan sutas tali pada suatu bidang bermuatan yang terdistribusi merata (non-konduktor). Bola bermuatan q dan bola seimbang ketika tali membentuk sudut θ bidang dengan vertikal. Hitung kerapatan muatan bidang!
3. Suatu elektron 115 keV ditembakkan ke arah suatu lembaran plastik yang mempunyai kerapatan permukaan $-2.08 \mu\text{C}/\text{m}^2$. Dari jarak berapa elektron harus ditembakkan agar kecepatan saat menyentuh lembaran itu nol?



Potensial Listrik

1. Suatu *Geiger Counter* (alat pencacah partikel) terdiri dari logam berbentuk silinder dengan diameter 2.1 cm . Di sumbu silinder terdapat suatu kawat berdiameter $1.34 \times 10^{-4} \text{ cm}$. Jika diantara logam dan kawat diberi tegangan 855 V , hitung besar medan listrik pada permukaan kawat dan permukaan silinder!

2. Suatu pesawat luar angkasa bergerak melewati sekumpulan gas yang terionisasi pada ionosfer bumi. Potensial pesawat ini berubah -1 Volt saat ia menempuh satu putaran. Dengan menganggap pesawat berbentuk bola berjari-jari $10m$, perkirakan berapa jumlah muatan yang dikumpulkannya!
3. Suatu tetes air membawa muatan $32.0pC$ mempunyai potensial $512V$ di permukaannya. Hitung jari-jari tetesan ini! Jika dua tetesan yang sejenis dengan jari-jari yang sama dengan tetesan di atas bergabung menjadi satu tetes besar. Hitung potensial pada tetes yang baru!
4. Suatu gelembung sabun berjari-jari $10cm$ dengan ketebalan $3.3 \times 10^{-6}cm$ diberi muatan sampai mencapai potensial sebesar $100V$. Gelembung ini kemudian pecah dan menjadi suatu tetesan berbentuk bola. Hitung potensial tetesan ini!.

Pembahasan Latihan Soal Bab 1 dan Bab 2

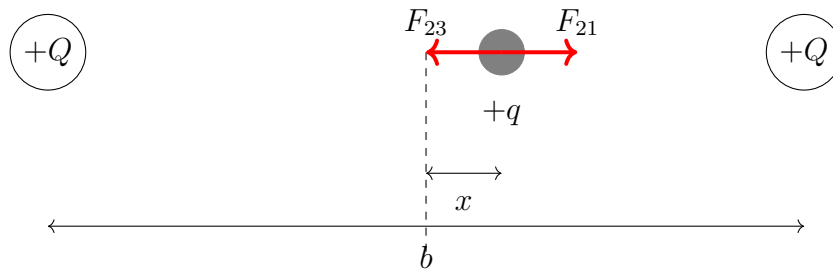
Mata Kuliah : Fisika 2
 Kelas : 44
 Dosen : Sefi Novendra Patrialova, S.Si., M.T.
 Asisten : Surya Anoraga Justitia Yusman

Gaya Coulomb

1. Osilasi Muatan Akibat Muatan Lain

Dua muatan positif $+Q$ ditempatkan pada jarak b . Suatu muatan positif $+q$ dan massa m diletakkan di antara kedua muatan ini. Kemudian muatan ini digerakkan sedikit searah dengan garis penghubung kedua muatan, lalu dilepaskan sehingga muatan akan berosilasi. Hitung periode osilasi ini! Hitung juga periode osilasi jika $+q$ diganti dengan $-q$ tetapi digerakkan dalam arah tegak lurus garis penghubung kedua muatan!

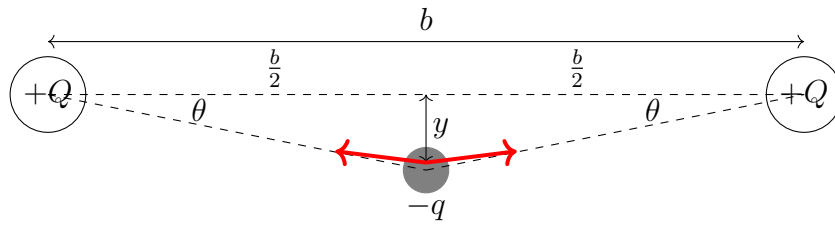
a) $+q$ sejajar garis penghubung kedua muatan



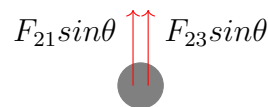
$$\begin{aligned}
 \sum F &= ma \\
 -F_{23} + F_{21} &= ma \\
 -\frac{kqQ}{\left(\frac{b}{2} - x\right)^2} + \frac{kqQ}{\left(\frac{b}{2} + x\right)^2} &= ma \\
 -kqQ \left(\frac{1}{\left(\frac{b}{2} - x\right)^2} - \frac{1}{\left(\frac{b}{2} + x\right)^2} \right) &= ma \\
 -kqQ \left(\frac{\left(\frac{b}{2} + x\right)^2 - \left(\frac{b}{2} - x\right)^2}{\left(\frac{b}{2} + x\right)^2 \left(\frac{b}{2} - x\right)^2} \right) &= ma \\
 -kqQ \left(\frac{2b}{\left(\left(\frac{b}{2}\right)^2 - x^2\right)^2} \right) x &= ma \\
 -kqQ \left(\frac{2b}{\left(\frac{b^2}{4} - x^2\right)^2} \right) x &= ma \\
 -kqQ \left(\frac{2b}{\left(\frac{b^2}{4}\right)^2} \right) x &= ma \\
 -kqQ \left(\frac{32}{b^3} \right) x &= m \frac{d^2x}{dt^2} \\
 \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{32kqQ}{mb^3} x &= 0 \\
 \omega^2 &= \frac{32kqQ}{mb^3} \\
 \omega &= \sqrt{\frac{32kqQ}{mb^3}} \\
 \frac{2\pi}{T} &= \sqrt{\frac{32kqQ}{mb^3}} \\
 T &= 2\pi \sqrt{\frac{mb^3}{32kqQ}}
 \end{aligned}$$

Untuk x sangat kecil maka $x^2 \approx 0$, sehingga

b) $-q$ tegak lurus garis penghubung ke dua muatan



Gaya-gaya yang dialami muatan $-q$ pada arah vertikal



$$\begin{aligned}\sum F &= ma \\ -F_{21}\sin\theta - F_{23}\sin\theta &= ma \\ -\frac{kqQ}{\left(\frac{b}{2}\cos\theta\right)^2}\sin\theta - \frac{kqQ}{\left(\frac{b}{2}\cos\theta\right)^2}\sin\theta &= ma \\ -\frac{2kqQ}{\left(\frac{b}{2}\cos\theta\right)^2}\sin\theta &= ma\end{aligned}$$

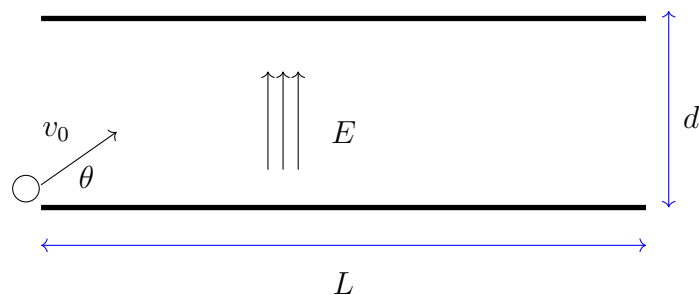
Untuk sudut kecil $\cos\theta \approx 1$ dan $\sin\theta \approx \theta$

$$\begin{aligned}-\frac{2kqQ}{\left(\frac{b}{2}\right)^2}\theta &= ma \\ -\frac{8kqQ}{b^2}\theta &= ma \\ -\frac{8kqQ}{b^2}\frac{y}{\frac{b}{2}} &= m\frac{d^2y}{dt^2} \\ \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{16kqQ}{mb^3}y &= 0 \\ \omega^2 &= \frac{16kqQ}{mb^3} \\ \frac{2\pi}{T} &= \sqrt{\frac{16kqQ}{mb^3}} \\ T &= 2\pi\sqrt{\frac{mb^3}{16kqQ}}\end{aligned}$$

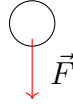
Medan Listrik

1. Elektron Bergerak Parabola dalam Pengaruh Medan Listrik

Suatu elektron ditembakkan dengan kecepatan awal v_0 dan dengan sudut elevasi θ . Jarak kedua keping d dan panjang keping L . Jika $v_0 = 5.83 \times 10^6 \text{ m/s}$ dan $\theta = 39^\circ$; $E = 1870 \text{ N/C}$ (arah keatas), $d = 1.97 \text{ cm}$ dan $L = 6.20 \text{ cm}$. Elektron akan menumbuk keping atas atau keping bawah? Dimana?



Medan listrik mengarah ke atas maka plat bawah bermuatan positif dan plat atas bermuatan negatif. Elektron akan bergerak parabola dimana selama pergerakannya mengalami percepatan ke arah bawah karena elektron akan tertarik menuju plat bawah yang bermuatan positif.



Percepatan yang dialami elektron

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= m\vec{a} \\ q\vec{E} &= m\vec{a} \\ -eE(\hat{i}) &= m\vec{a} \\ \vec{a} &= -\frac{eE}{m}\hat{i}\end{aligned}$$

Hitung ketinggian maksimum. Jika $y > d$ maka elektron menumbuk plat atas dan sebaliknya jika $y < d$ elektron menumbuk plat bawah.

Waktu elektron sampai ketinggian maksimum

$$\begin{aligned}v &= v_{0y} + at \\ 0 &= v_0 \sin\theta - \frac{eE}{m}t \\ t &= \frac{m}{eE}v_0 \sin\theta\end{aligned}$$

Ketinggian maksimum

$$\begin{aligned}y &= y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2 \\ &= y_0 + v_0 \sin\theta \cdot t - \frac{1}{2} \frac{eE}{m}t^2 \\ &= 0 + v_0 \sin\theta \cdot t - \frac{1}{2} \frac{eE}{m}t^2 \\ &= v_0 \sin\theta \left(\frac{m}{eE}v_0 \sin\theta \right) - \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \left(\frac{m}{eE}v_0 \sin\theta \right)^2 \\ &= \left(\frac{m}{eE}v_0^2 \sin^2\theta \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{m}{eE}v_0^2 \sin^2\theta \right) \\ &= \frac{m}{2eE}v_0^2 \sin^2\theta \\ &= \frac{9.11 \times 10^{-31}}{2 \cdot 1.6 \times 10^{-19} \cdot 1870} (5.83 \times 10^6)^2 \sin^2 39^\circ \\ y &= 0.0205m \\ y &= 2.05cm\end{aligned}$$

Karena $y > d$ maka elektron menumbuk plat atas. Selanjutnya hitung waktu elektron menumbuk plat atas (pada ketinggian d) kemudian dapat dihitung pula jarak tempuh

pada arah horizontal.

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2$$

$$d = 0 + v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} \frac{eE}{m} \cdot t^2$$

$$1.97 \times 10^{-2} = 3.66 \times 10^6 \cdot t - 1.64 \times 10^{14} \cdot t^2$$

$$1.64 \times 10^{14} \cdot t^2 - 3.66 \times 10^6 \cdot t + 1.97 \times 10^{-2} = 0$$

$$t = \frac{-(-3.66 \times 10^6) \pm \sqrt{(-3.66 \times 10^6)^2 - (4 \cdot 1.64 \times 10^{14} \cdot 1.97 \times 10^{-2})}}{2 \cdot 1.64 \times 10^{14}}$$

$$t = (1.115 \times 10^{-8}) \pm (2.09 \times 10^{-9})$$

Karena elektron bergerak parabola, maka elektron (jika tidak ada plat) dapat mencapai ketinggian d sebanyak 2 kali. Karena ada plat atas, maka waktu yang dipilih adalah waktu yang pertama (simbol negatif) sehingga

$$t = (1.115 \times 10^{-8}) - (2.09 \times 10^{-9})$$

$$t = 9.06 \times 10^{-9} s$$

Posisi horizontal elektron menumbuk plat atas

$$x = v_{0x}t$$

$$= v_0 \cos \theta \cdot t$$

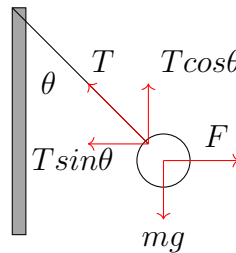
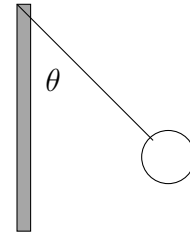
$$= (5.83 \times 10^6) \cos(39)^\circ \cdot 9.06 \times 10^{-9}$$

$$= 0.041 m$$

$$x \approx 4.1 cm$$

2. Kesetimbangan Bandul Bermuatan

Suatu bola bermassa m digantungkan dengan sutas tali pada suatu bidang bermuatan yang terdistribusi merata (non-konduktor). Bola bermuatan q dan bola seimbang ketika tali membentuk sudut θ bidang dengan vertikal. Hitung kerapatan muatan bidang!



Sistem pada keadaan setimbang

$$\sum F_x = 0$$

$$F - T \sin \theta = 0$$

$$F = T \sin \theta$$

$$qE = T \sin \theta \quad (1)$$

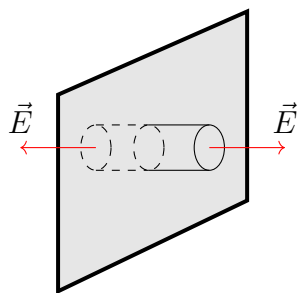
$$\sum F_y = 0$$

$$T \cos \theta - mg = 0$$

$$T \cos \theta = mg \quad (2)$$

$$\frac{T \sin \theta}{T \cos \theta} = \frac{qE}{mg}$$

$$\tan \theta = \frac{qE}{mg} \quad (3)$$



Gunakan Hukum Gauss

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$2E \cdot A = \frac{q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{q}{2A\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad (4)$$

Substitusi (4) ke (3)

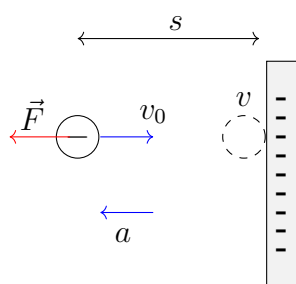
$$\tan\theta = \frac{qE}{mg}$$

$$\tan\theta = \frac{q}{mg} \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\boxed{\sigma = \frac{2mg\epsilon_0 \tan\theta}{q}}$$

3. Perlambatan Elektron Oleh Plat Bermuatan

Suatu elektron 115keV ditembakkan ke arah suatu lembaran plastik yang mempunyai kerapatan permukaan $-2.08\mu\text{C}/\text{m}^2$. Dari jarak berapa elektron harus ditembakkan agar kecepatan saat menyentuh lembaran itu nol?



$$E_k = 115\text{keV}$$

$$= 115(10^3)(1.6 \times 10^{-19})$$

$$= 1.84 \times 10^{-14}\text{J}$$

$$\sigma = -2.08\mu\text{C}/\text{m}^2$$

$$= -2.08 \times 10^{-6}\text{C}/\text{m}^2$$

Elektron (bermuatan negatif) mendekati plat yang memiliki rapat muatan negatif. Karena muatan sejenis (tolak menolak), elektron lama kelamaan akan diperlambat hingga berhenti ketika menyentuh plat.

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{\vec{F}}{q} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$-ma = \frac{q\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$a = -\frac{-e\sigma}{2m\epsilon_0}$$

$$a = -\frac{(-1.6 \times 10^{-19})(-2.08 \times 10^{-6})}{2(9.11 \times 10^{-31})(8.85 \times 10^{-12})}$$

$$a = -2.06 \times 10^{16}\text{m}/\text{s}^2$$

Gunakan persamaan GLBB untuk menghitung jarak elektron ketika mula-mula ditembakkan

$$E_k = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$v_0^2 = \frac{2E_k}{m}$$

$$= \frac{2 \cdot 1.84 \times 10^{-14}}{9.11 \times 10^{-31}}$$

$$= 4.03 \times 10^{16}(\text{m}/\text{s})^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$0 = (4.03 \times 10^{16}) + 2(-2.06 \times 10^{16})s$$

$$s = \frac{4.03 \times 10^{16}}{2 \cdot 2.06 \times 10^{16}}$$

$$s = 0.978\text{m}$$

$$\boxed{s = 97.8\text{cm}}$$

Potensial Listrik

1. Potensial Geiger Counter

Suatu *Geiger Counter* (alat pencacah partikel) terdiri dari logam berbentuk silinder dengan diameter 2.1cm . Di sumbu silinder terdapat suatu kawat berdiameter $1.34 \times 10^{-4}\text{cm}$. Jika diantara logam dan kawat diberi tegangan 855V , hitung besar medan listrik pada permukaan kawat dan permukaan silinder!

Muatan yang tersimpan

$$\begin{aligned} V &= - \int_{r_k}^{r_s} \vec{E} \cdot d\vec{r} \\ &= - \int_{r_k}^{r_s} \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r} dr \\ &= - \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} \ln \left(\frac{r_k}{r_s} \right) \end{aligned}$$

$$V = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} \ln \left(\frac{r_s}{r_k} \right)$$

$$Q = \frac{2\pi\epsilon_0 V}{\ln \left(\frac{r_s}{r_k} \right)}$$

$$Q = \frac{855 \cdot 2 \cdot 3.14 \cdot 8.85 \times 10^{-12}}{\ln \left(\frac{\frac{1}{2} \cdot 2.1 \times 10^{-2}}{\frac{1}{2} \cdot 1.34 \times 10^{-4} \times 10^{-2}} \right)}$$

$$Q = 4.91 \times 10^{-9} \text{C}$$

a) Medan listrik pada permukaan silinder

$$E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r}$$

$$E = \frac{4.91 \times 10^{-9}}{2 \cdot .14 \cdot 8.85 \times 10^{-12} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.34 \times 10^{-4} \times 10^{-2}}$$

$$E = 1.32 \times 10^8 = 132 \times 10^6 \text{V/m}$$

$$\boxed{E = 132 \text{MV/m}}$$

b) Medan listrik pada permukaan kawat

$$E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r}$$

$$E = \frac{4.91 \times 10^{-9}}{2 \cdot .14 \cdot 8.85 \times 10^{-12} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2.1 \times 10^{-2}}$$

$$E = 8413.7 \text{V/m}$$

$$\boxed{E = 8.41 \text{kV/m}}$$

2. Muatan Menempel pada Pesawat Luar Angkasa

Suatu pesawat luar angkasa bergerak melewati sekumpulan gas yang terionisasi pada ionosfer bumi. Potensial pesawat ini berubah -1 Volt saat ia menempuh satu putaran. Degan menganggap pesawat berbentuk bola berjari-jari 10m , perkirakan berapa jumlah muatan yang dikumpulkannya!

$$\begin{aligned} W &= \int \vec{F} \cdot d\vec{r} \\ \Delta V &= \int \vec{E} \cdot d\vec{r} \\ &= \int \frac{k dq}{r} \\ &= \int_0^{2\pi R} \frac{k \lambda}{R} dL \\ &= \frac{k \lambda}{R} 2\pi R \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \frac{kQ}{R} \\ -1 &= \frac{9 \times 10^{-9}}{10} Q \\ Q &= \frac{-10}{9 \times 10^{-9}} \\ Q &= -1.11 \times 10^{-9} \text{C} \\ \boxed{Q} &= -1.11 \text{nC} \end{aligned}$$

3. Potensial tetesan air

Suatu tetes air membawa muatan $32.0pC$ mempunyai potensial $512V$ di permukaannya. Hitung jari-jari tetesan ini! Jika dua tetesan yang sejenis dengan jari-jari yang sama dengan tetesan di atas bergabung menjadi satu tetes besar. Hitung potensial pada tetes yang baru!

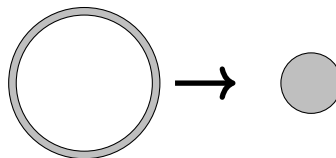
$$\begin{aligned} V &= \frac{kQ}{R} \\ R &= \frac{kQ}{V} \\ &= \frac{9 \times 10^9 \cdot 32 \times 10^{-12}}{512} \\ &= 0.000562m \\ \boxed{R &= 0.562mm} \end{aligned}$$

Tetes air bergabung menjadi satu muatan yang lebih bisa. Dengan menganggap rapat muatan mula-mula dan ketika sudah bergabung adalah sama maka

$$\begin{aligned} \rho_{awal} &= \rho_{baru} \\ \frac{Q_{awal}}{V_{awal}} &= \frac{Q_{baru}}{V_{baru}} \\ \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} &= \frac{2Q}{\frac{4}{3}\pi r^3} \\ \frac{Q}{R^3} &= \frac{2Q}{r^3} \\ r^3 &= 2R^3 \\ r &= 2^{\frac{1}{3}}R \end{aligned} \quad \begin{aligned} V &= \frac{k(2Q)}{r} \\ V &= \frac{2 \cdot 512}{2^{\frac{1}{3}}} \\ \boxed{V &= 813V} \end{aligned}$$

4. Potensial Gelembung Sabun

Suatu gelembung sabun berjari-jari $10cm$ dengan ketebalan $3.3 \times 10^{-6}cm$ diberi muatan sampai mencapai potensial sebesar $100V$. Gelembung ini kemudian pecah dan menjadi suatu tetesan berbentuk bola. Hitung potensial tetesan ini!



Gelembung (kulit bola) dipecahkan sehingga menjadi tetesan berbentuk bola. Maka muatan gelembung = muatan tetesan dan volume gelembung = volume tetesan.

Volume gelembung (kulit bola) dan
Volume tetesan (bola) sama

$$\begin{aligned}v_{gelembung} &= v_{tetesan} \\4\pi R^2 \cdot t &= \frac{4}{3}\pi r^3 \\r^3 &= 3R^2t \\r &= (3R^2t)^{1/3}\end{aligned}$$

Potensial gelembung dan tetesan

$$\begin{aligned}V_{gelembung} &= \frac{kQ}{R} \\V_{tetesan} &= \frac{kQ}{r}\end{aligned}$$

Sehingga potensial dari tetesan

$$\begin{aligned}V_{gelembung}R &= V_{tetesan}r \\V_{tetesan} &= \frac{R}{r}V_{gelembung} \\&= \frac{R}{(3R^2t)^{1/3}}V_{gelembung} \\&= \frac{10 \times 10^{-2}}{(3 \cdot (10 \times 10^{-2})^2(3.3 \times 10^{-6} \times 10^{-2}))^{1/3}}100 \\&= 10033.55 \\&\boxed{V \approx 10kV}\end{aligned}$$