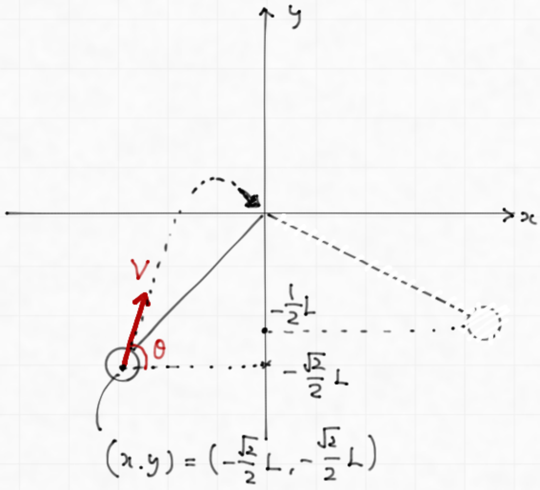
立命館大学2017

[1] (i) $Mg\left(-\frac{1}{2}L-\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}L\right)\right)=\frac{\sqrt{2}-1}{2}MgL$ (い)

$\frac{1}{2}Mv_0^2=\frac{\sqrt{2}-1}{2}MgL \qquad v_0=\sqrt{(\sqrt{2}-1)gL}$ (3)



(ii) $x=V\cos\theta\cdot t-\frac{\sqrt{2}}{2}L$ (ろ)

$y=V\sin\theta\cdot t-\frac{1}{2}gt^2-\frac{\sqrt{2}}{2}L$ (に)

$v_x=V\cos\theta$ (ほ)

$v_y=V\sin\theta-gt$ (へ)

(iii) 条件より
$$\begin{cases} 0=V\cos\theta\cdot T-\frac{\sqrt{2}}{2}L \\ 0=V\sin\theta\cdot T-\frac{1}{2}gT^2-\frac{\sqrt{2}}{2}L \\ V\cos\theta=-(V\sin\theta-gT) \end{cases}$$

$$V\cos\theta\left(\frac{V\cos\theta+V\sin\theta}{g}\right)=\frac{\sqrt{2}}{2}L$$

$$0=V\sin\theta\left(\frac{V\cos\theta+V\sin\theta}{g}\right)-\frac{1}{2}g\left(\frac{V\cos\theta+V\sin\theta}{g}\right)^2-\frac{\sqrt{2}}{2}L$$

$$\frac{\frac{\cancel{V^2}(\cos\theta+\sin\theta)\cos\theta}{\cancel{g}}}{\frac{\cancel{V^2}\sin\theta(\cos\theta+\sin\theta)}{\cancel{g}}-\frac{\cancel{V^2}(\cos\theta+\sin\theta)^2}{2\cancel{g}}}=\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}L}{\frac{\sqrt{2}}{2}L}=1$$

$$\frac{2(\cos\theta+\sin\theta)\cos\theta}{\cancel{2\sin\theta\cos\theta}+2\sin^2\theta-\cos^2\theta-\sin^2\theta-\cancel{2\cos\theta\sin\theta}}=1 \iff \frac{2\cos\theta}{\sin\theta-\cos\theta}=1$$

$\tan\theta=3 \qquad \left(\cos\theta=\frac{1}{\sqrt{10}},\ \sin\theta=\frac{3}{\sqrt{10}}\right)$ (b) 17

(a) 6

$V\frac{1}{\sqrt{10}}\left(\frac{\frac{1}{\sqrt{10}}V+\frac{3}{\sqrt{10}}V}{g}\right)=\frac{\sqrt{2}}{2}L \qquad \frac{2V^2}{5g}=\frac{\sqrt{2}}{2}L \qquad V=\sqrt{\frac{5\sqrt{2}}{4}gL}=\frac{\sqrt{5\sqrt{2}}}{2}gL$

$V\frac{1}{\sqrt{10}}=-V\frac{3}{\sqrt{10}}+gT \qquad T=\frac{4V}{g\sqrt{10}} \qquad T=\frac{\cancel{4}^{2}}{\cancel{\sqrt{10}}_{\sqrt{2}}\,g}\times\frac{\sqrt{\cancel{5}\sqrt{2}}}{\cancel{2}}gL=\sqrt{2\sqrt{2}}\,gL$

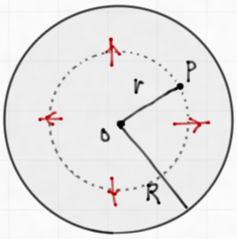
(c) 10

[2]

左図より $\frac{3}{4}$回転すれば良い。(d) 6

立命館大学2017

2 [1]



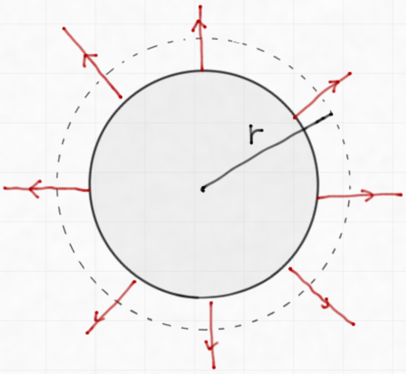
半径Rの球の体積でQを割る $\frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3Q}{4\pi R^3}$ (イ)

半径rの球の内部には $\frac{3Q}{4\pi R^3}\times\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{r^3}{R^3}Q$ (ロ) の電荷があり、

そこからは $4\pi k\cdot\frac{r^3}{R^3}Q$ (ハ)(本)の電気力線が生じる

したがって点Pにおける電場の強さは $\frac{4\pi k r^3 Q}{R^3}\div 4\pi r^2 = \frac{krQ}{R^3}$ (ニ)

であり、球の中心から放射状に広がる方向に電気力線が伸びている ② (あ)

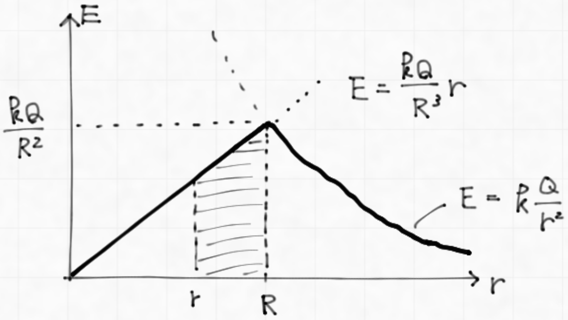


r>Rのとき

球全体が含まれるので、半径rの球の内部には Q(C) (ホ) の電荷が存在し、

球の表面から $4\pi kQ$(本)の電気力線が生じ、半径rの球を貫いていく

Pにおける電場の強さは $\frac{4\pi kQ}{4\pi r^2} = k\frac{Q}{r^2}$ (ヘ) 向きは ② (い) となる。



E−r グラフは左のようになる。 ② (う)

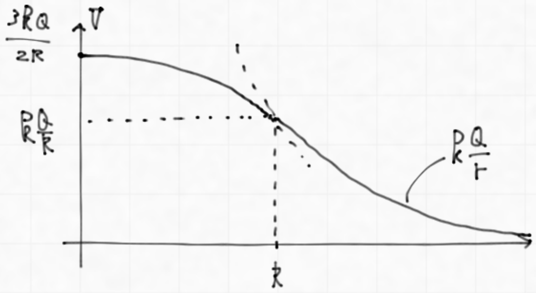
r>Rのときは点電荷の作る電位と同じ。 $V = k\frac{Q}{r}$ (ト)

r<Rのとき、 r=Rのときの電位が $k\frac{Q}{R}$

これに左図斜線部の面積 $\frac{1}{2}(R-r)\left(\frac{kQ}{R^2}+\frac{kQr}{R^3}\right)$

を加えて $V = k\frac{Q}{R}+\frac{kQ}{2R}+\cancel{\frac{kQr}{2R^2}}-\cancel{\frac{kQr}{2R^2}}-\frac{kQr^2}{2R^3}$

$$= \frac{kQ}{2R}\left(3-\frac{r^2}{R^2}\right)$$

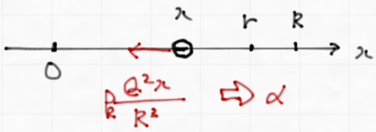


以上より左グラフのようになる。 ④ (え)

[2] r>Rのとき、位置エネルギーは $k\frac{Q}{r}\times(-Q) = -k\frac{Q^2}{r}$ (リ)

0<r<Rのとき、電荷にかかる力は、 ① (お)

$E\times|-Q| = \frac{kQ^2r}{R^3}$ (ヌ) その向きはOに向かう向き



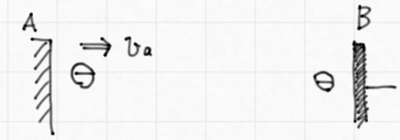
加速度をαとして

$$m\alpha = -k\frac{Q^2}{R^3}x = -mx\omega^2$$

より $\omega = \frac{Q}{R}\sqrt{\frac{k}{mR}}$ (ル)

立命館大学2017

3 [1]



電位0　　電位V

$$\frac{1}{2}mv_a^2 \geqq -eV$$ ⑤ (イ)

$\frac{1}{2}mv_a^2 = \frac{1}{2}mv_b^2 - eV$ より　$v_b = \sqrt{v_a^2 + \frac{2eV}{m}}$ (あ)

電圧を下げていくことで電子の持つ最大エネルギーが分かる ① (ロ)

$\frac{1}{2}mv_a^2 = -e(-V_c)$ より　$v_a = \sqrt{\frac{2eV_c}{m}}$ (い)

光子のエネルギーは 波長 ④ (ハ) によって決まり 強度 ⑪ (ニ) に依存しない

電子をとり出すために必要な最小エネルギー ② (ホ) を 仕事関数 という

$\frac{hc}{\lambda} - W = eV_c$ より　$W = \frac{hc}{\lambda} - eV_c$ (う)

$V_c = 0$のとき、$\frac{hc}{\lambda} = W$より　$\lambda = \frac{hc}{W}$ (え) が 限界波長

光を 波動として捉えていては、エネルギーは 振幅によって決まるため、振動数に依存することを説明するのは困難であった ④ (ヘ)

[2]　短かい方の波長をλ_0、仕事関数をWとして

$$\begin{cases} \dfrac{hc}{\lambda_0} - W = 7.8e \\ \dfrac{hc}{2\lambda_0} - W = 1.6e \end{cases}$$

連立して　$3.2e + 2W - W = 7.8e$　　$W = 4.6e$

$\frac{hc}{\lambda_0} = 7.8e + 4.6e = 12.4e$　　$2\lambda_0 = \frac{hc}{6.2e} = \frac{4.14\times10^{-15}\times3\times10^{8}}{6.2} = 2.0\times10^{-7}$ (お)

限界波長をλ_cとすると、

$\frac{hc}{\lambda_c} = W$　　$\lambda_c = \frac{hc}{W} = \frac{4.14\times10^{-15}\times3\times10^{8}}{4.6} = 2.7\times10^{-7}$ (か)