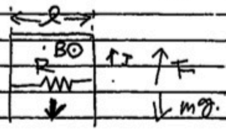
No.
Date.

2 上向き $F=IBl$　下向き $F=mg$



$V=vBl$

$I=\dfrac{vBl}{R}$ より

終速度なので、上向きの加速度と下向きの加速度が等しくなる

$IBl=\dfrac{v(Bl)^2}{R}=mg$

$v=\dfrac{mgR}{(Bl)^2}$

No.
Date. 7.16　H11

電気磁気学

[1]

(a) $dQ=\rho(x)\,dx$
線密度[C/m] 電荷密度[C/m] 長さ[m]

(b) $\iint E\,ds=\dfrac{Q}{\varepsilon}$ より

$dE=\dfrac{dQ}{\varepsilon}=\dfrac{\rho(x)dx}{\varepsilon}$

(C) $dV=-\int_0^x dE$　一部分の電界に比べて発生する x 一つまでの電位 dV

$=-\int_0^x\dfrac{\rho(x)dx}{\varepsilon}$

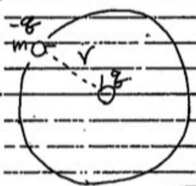
$=-\dfrac{\rho(x)}{\varepsilon}x$

(d) $C=\dfrac{Q}{V}$ より 一部分の電荷 dQ

$\boxed{C=\dfrac{dQ}{dV}}=\dfrac{\rho(x)dx}{-\frac{\rho(x)}{\varepsilon}x}=\dfrac{\varepsilon dx}{x}$

(c) 一部分の発生する電位 dV

[2]



(a) クーロン力　$F_1=\dfrac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

遠心力　$F_2=\dfrac{mv^2}{r}$

$\dfrac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}=\dfrac{mv^2}{r}$

(b) $v=\sqrt{\dfrac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 rm}}$

1周するのにかかる時間 $\dfrac{2\pi r}{v}$ 秒　$I=\dfrac{q}{\frac{2\pi r}{v}}$

$I=\dfrac{q}{}\cdot\dfrac{v}{2\pi r}=q^2\dfrac{1}{4\pi r}\sqrt{\dfrac{1}{\pi\varepsilon_0 rm}}$

電気量　秒

No.
Date.

(C) ~~$\dfrac{}{2\pi rm}\dfrac{q^2}{4\pi}\sqrt{\dfrac{1}{\pi\varepsilon_0 rm}}$ ごとく~~

(d) ~~$\oint B\,dl=\mu I$~~　アンペアの法則 ×

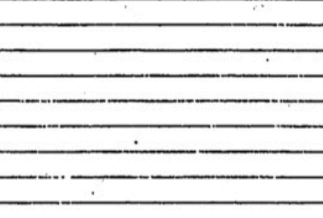
~~$B=\dfrac{I}{2\pi r}=\dfrac{\mu_0 q^2}{8\pi r^2}\sqrt{\dfrac{1}{\pi\varepsilon_0 rm}}$~~

円周は ビオ・サバール

電流ループを描く

別解

半径 r の円電流 I により、中心軸上の一点に生じる磁界を考える。



また、dB_1 は ds を一周させると和は0となるので、ここでは dB_2 のみを考える。

ビオサバールの法則より

$dB=\dfrac{\mu_0 I ds\sin\theta}{4\pi R^2}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I}{r^2+x^2}\sin\theta$

ここで $\sin\theta\fallingdotseq 1$ と近似できるので

$dB=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I}{r^2+x^2}$

$dB_2=dB\sin\phi=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I}{r^2+x^2}\cdot\dfrac{r}{\sqrt{r^2+x^2}}=\dfrac{\mu_0 I r}{4\pi(r^2+x^2)^{3/2}}$

$B=\int_0^{2\pi r}\dfrac{\mu_0 I r}{4\pi(r^2+x^2)^{3/2}}ds=\dfrac{\mu_0 I r^2}{2(r^2+x^2)^{3/2}}$

$x=0$ とすると

$B|_{x=0}=\dfrac{\mu_0 I}{2r}=\dfrac{\mu_0 q^2}{8\pi r^2\sqrt{\pi\varepsilon_0 rm}}$

H10　No.
Date. 7.

電気磁気学

[1]

(1) $\nabla^2\phi=0$

$\left(\dfrac{\partial^2\phi}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2\phi}{\partial y^2}+\dfrac{\partial^2\phi}{\partial z^2}\right)=0$

(2) $E=xE_x+yE_y+zE_z$

<ラプラスを求めると>

$\boxed{\nabla\times\nabla\times E=\nabla\nabla\cdot E-\nabla^2 E}$　理科年表 p.431, 810

$A\times(B\times C)=B(A\cdot C)-C(A\cdot B)$

静電界　$\nabla\times E=0$　$\leftarrow -\dfrac{\partial B}{\partial t}$ がない

静電誘導

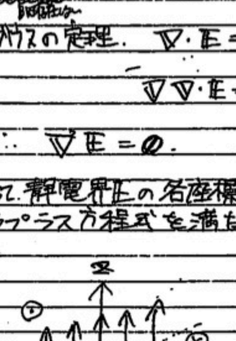
ガウスの定理　$\nabla\cdot E=\dfrac{\rho}{\varepsilon_0}$

$\nabla\nabla\cdot E=\nabla\dfrac{\rho}{\varepsilon_0}=0$

$\therefore\ \nabla^2 E=0$

よって静電界 E の各座標成分 E_x, E_y, E_z は ラプラス方程式を満たす。$\nabla^2 E_x=\nabla^2 E_y=\nabla^2 E_z=0$

[2]



ベクトルポテンシャルを A とすると

$\nabla^2 A=-\mu_0 J$

$\nabla^2 V=-\dfrac{\rho}{\varepsilon_0}$ (ポアソンの方程式)

$A\longleftrightarrow V$

$\mu_0\longleftrightarrow\dfrac{1}{\varepsilon_0}$

$J\longleftrightarrow\rho$　と対比できる

面積密度 ρ の無限に広い平面板より y だけ離れた点の電位は

$V=-\dfrac{\rho}{2\varepsilon_0}y$

$A=-\dfrac{\mu_0}{2}Jy=-z\dfrac{1}{2}\mu_0 J\cdot y$