中科大2016年831普通物理 真题答案

一、1. $\varepsilon_k=\frac{5}{2}kT$　　2. B　由高斯定理 $\oint \vec{E}\cdot d\vec{S}=0$ 电场　应用高斯定理快速求解

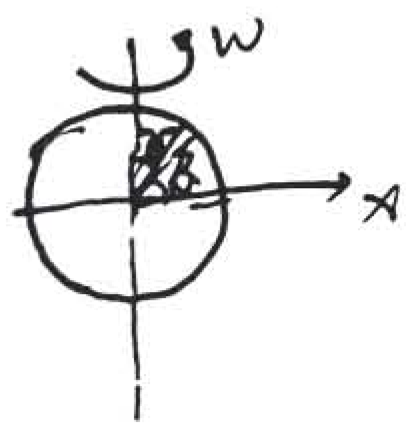
二、1. 设内球电荷量为 q，则内球壳内表面静电感应产生 $-q$，外球壳携带电荷 $Q+q$

内球电势 $\frac{q}{4\pi R_1}-\frac{q}{4\pi R_2}+\frac{Q+q}{4\pi R_3}=0$　解得 $q=\frac{R_1R_2Q}{R_1R_3-(R_1+R_3)R_2}$

内球壳电势 $V_内=\frac{q}{4\pi R_1}-\frac{q}{4\pi R_1}+\frac{Q+q}{4\pi R_3}=\frac{(R_1-R_2)Q}{4\pi[R_1R_3-(R_1+R_3)R_2]}$

~~外球壳电势~~ $\cancel{V_外=\frac{q}{4\pi R_3}-\frac{q}{4\pi R_3}+\frac{Q+q}{4\pi R_3}}$　球壳是等势体 $V_内=V_外$

2. 解.　如左图，球面旋转近似许多宽度为 $R\cdot d\theta$ 的圆电流组合



$\therefore dI=\frac{dq}{dt}$ (T)　对于圆弧的圆电流

$dq=\frac{q}{4\pi R^2}R\cdot d\theta\cdot R\cos\theta\cdot 2\pi$

$=\frac{q}{2}\cos\theta\, d\theta$

对于周期 $T=\frac{2\pi}{\omega}$　$\therefore$ 此处 $I=\frac{q\omega}{4\pi}\cos\theta\, d\theta$

$\therefore dm=dI\cdot\pi(R\cdot\cos\theta)^2=\frac{q\omega R^2}{4}\cos^3\theta\, d\theta$

$\therefore m=\int dm=\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\frac{q\omega R^2}{4}\cos^3\theta\, d\theta=\frac{q\omega R^2}{2}\times\frac{2}{3}=\frac{1}{3}q\omega R^2$

3. 解.

液面处质元 Δm 受重力 $G=(\Delta m)g$ 和其他部分流体对它的合力 F.

旋转时 Δm 相对液面静止，故合力 F 的方向沿液面法向。

不存在沿液面切向分量，设 F 与竖直方向的夹角为 θ

Δm　$F\cdot\sin\theta=(\Delta m)r\omega^2$　　得 $\tan\theta=\frac{r\omega^2}{g}$

$F\cdot\cos\theta-(\Delta m)g=0$　又 $\because \tan\theta=\frac{dz}{dr}$　$\therefore dz=\frac{r\omega^2}{g}dr$

对两边进行积分 $\int_0^z dz=\int_0^r\frac{r\omega^2}{g}dr$　得 $z=\frac{r^2\omega^2}{2g}$

这是一个抛物线方程，由于对称性 得 $z=\frac{\omega^2r^2}{2g}$

流体内表面是旋转抛物面，z轴为柱面生成轴