

Uppgifterna lämnas in senast på onsdag 13.2 kl. 14.00. Övningstillfället hålls fredagen den 15.2 kl. 12 på Acceleratorlabbet.

1. **Gauss lag** Visa med hjälp av Gauss lag

$$\nabla^2 \frac{1}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} = -4\pi\delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}').$$

2. **Punktdipol** Låt en punktdipol vara fixerad i origo. Visa att en laddning med massan  $m$  och laddningen  $q$  placerad i rätt plats rör sig som om den vore en pendel. Vilken är denna plats?

3. **Radiell Poisson-ekvation** Tidsmedeltalet av väteatomens potential ges av

$$\varphi(\mathbf{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^{-\alpha r}}{r} \left(1 + \frac{\alpha r}{2}\right),$$

där  $1/\alpha = a_0/2$  och  $a_0$  är Bohr-radien. Bestäm laddningsfördelningen och tolka svaret fysikaliskt.

Tips: Det lönar sig att först räkna  $\nabla \cdot \nabla(fg)$ . Identiteten i första uppgiften kan också vara till nytta.

4. **Inversa problemet** Betrakta en gas som består av protoner och elektroner. Låt partiklarna vara fördelade enligt Boltzmann-distributionen

$$n_\alpha = n_{\alpha 0} \exp\left(-\frac{q_\alpha \varphi}{k_B T_\alpha}\right),$$

där  $n_\alpha$  är antalet partiklar per volymenhet för partikeltyp  $\alpha$ ,  $q_\alpha$  är laddningen,  $\varphi$  potentialen,  $k_B$  Boltzmanns konstant och  $T_\alpha$  temperaturen.

Introducera en testladdning i denna gas. Bestäm laddningsfördelningen  $\rho$  och beräkna den resulterande potentialen  $\varphi$ , då du vet att gasen är makroskopiskt neutral. Du kan anta att potentialen är sfäriskt symmetrisk och att temperaturen är tillräckligt hög så att  $k_B T_\alpha \gg q_\alpha \varphi$ . Tolka ditt svar fysikaliskt.