$\boxed{1}$

クーロン力は $\mathbf{F} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \dfrac{q_1 q_2}{r^2}$。この式に諸々の値を代入すればよい。

$\boxed{2}$

重力はここでは万有引力と同じものと考えて (慣性力を考慮しない)、$\mathbf{f} = G\dfrac{mM}{r^2}$
また、クーロン力は $\mathbf{F} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \dfrac{q_1 q_2}{r^2}$ でかける。この式に諸々の値を代入して、力の比を求めればよい。
この問題では、重力に対してクーロン力の比が圧倒的に大きくなる。これは、「原子の世界では電気的な力の方が万有引力よりも圧倒的に大きいため、万有引力を考える必要はない。」ということを表している。

$\boxed{3}$

万有引力とクーロン力が等しいと考えと、

$$G\frac{mM}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

となる。式変形して諸々の値を代入しておわり。

$\boxed{4}$

やや、安直だが、Dirac の Delta 関数の性質を満たすことを示すには、問題の関数がデルタ関数であるということをよい。その後は講義でやったようにデルタ関数の性質を示せば終わり。
$x \neq a$ では、

$$\delta(x-a) = \lim_{\Delta\to 0} \frac{1}{\pi} \frac{\Delta}{(x-a)^2 + \Delta^2} = 0$$

$x = a$ では、

$$\delta(x-a) = \lim_{\Delta\to 0} \frac{1}{\pi} \frac{\Delta}{\Delta^2} = \lim_{\Delta\to 0} \frac{1}{\pi} \frac{1}{\Delta} = \infty$$

また、

$$\begin{aligned}
\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(x-a)dx &= \int_{-\infty}^{+\infty} \lim_{\Delta\to 0} \frac{1}{\pi} \frac{\Delta}{(x-a)^2 + \Delta^2} \\
&= \lim_{\Delta\to 0} \frac{1}{\pi} \Delta \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{(x-a)^2 + \Delta^2} \\
&= \left[\lim_{\Delta\to 0} \frac{1}{\pi} \cdot \Delta \cdot \frac{1}{\Delta} \tan^{-1} \frac{x-a}{\Delta}\right]_{-\infty}^{+\infty} \\
&= \left[\lim_{\Delta\to 0} \frac{1}{\pi} \tan^{-1} \frac{x-1}{\Delta}\right]_{-\infty}^{+\infty} \\
&= \frac{1}{\pi}\left(\frac{\pi}{2} - \left(-\frac{\pi}{2}\right)\right) \\
&= 1
\end{aligned}$$

以上でこの関数が Delta 関数であることが示されたので、この関数は Delta 関数の性質を満たす。

$\boxed{5}$

$x \neq 0$ では、$\theta(x)$ が定数関数のため、$\delta(x)$ は 0。
また、

$$\begin{aligned}
\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(x)dx &= \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{d}{dx}\theta(x) \cdot dx \\
&= \int_{-\infty}^{+\infty} d\theta(x) \\
&= [\theta(x)]_{-\infty}^{+\infty} \\
&= 1 - 0 = 1
\end{aligned}$$

以上でこの関数が Delta 関数であることが示されたので、この関数は Delta 関数の性質を満たす。

$\boxed{6}$

関数は正規分布を示している。いわゆる積分できない関数 (Gauss 関数)。