A+

Q1

問題文を解読する。

「ある種のアルコールは Debye 型緩和を示し、可視光では透明な液体である。」とはつまり今考えているアルコールの ε'、ε''は図 1 のような関係だという意味である。特に「可視光では透明な液体である。」とは周波数が十分高いときは誘電体の虚部がゼロ、という意味である。

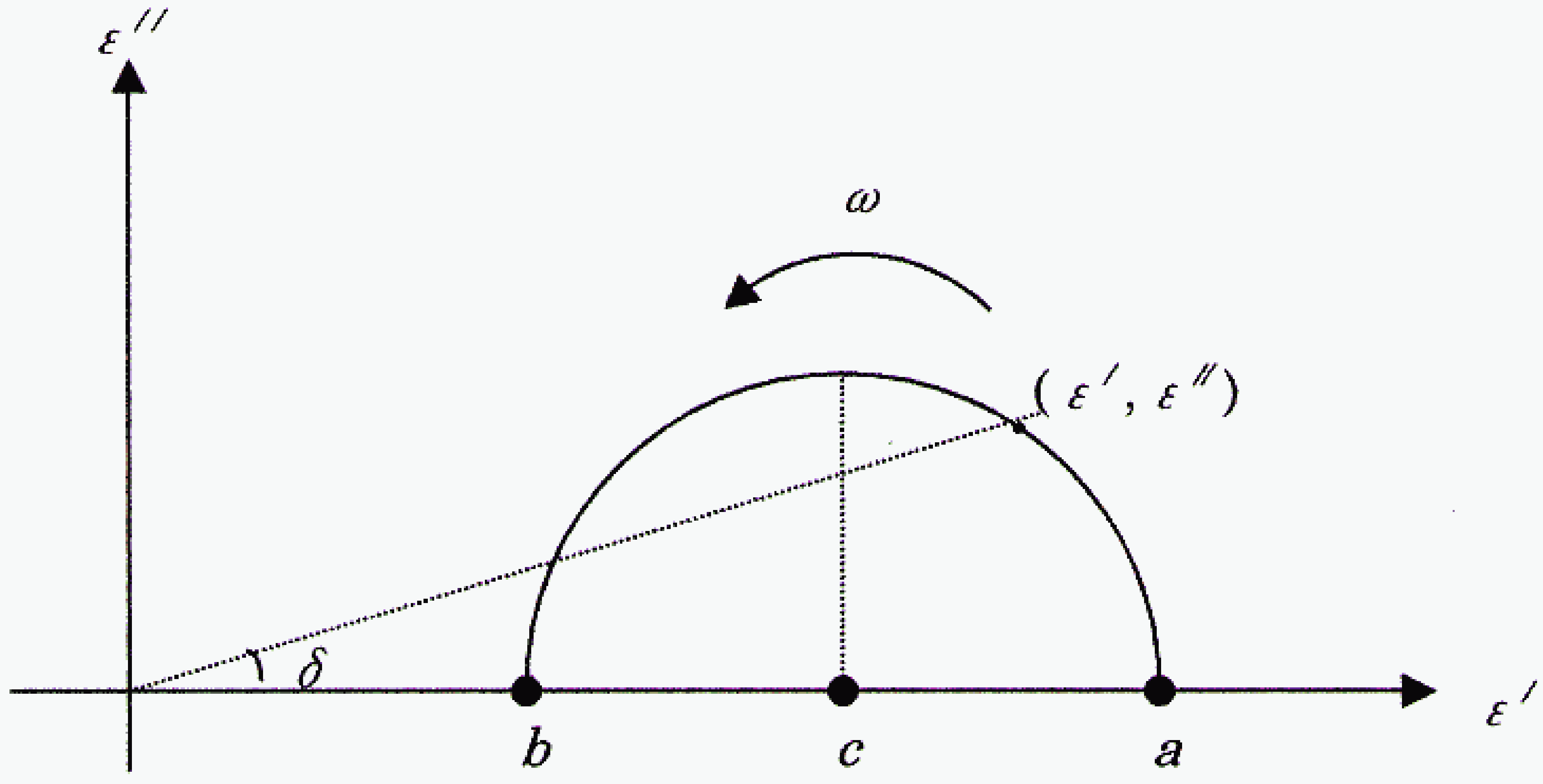

図 1　Debye 型緩和

「これをコンデンサーに挟んで直流で計測したときの比誘電率が 16」とは直流、つまり角周波数 $\omega=0$ のときの $\varepsilon'=16$ という意味で、図 1 の点 a がこれである（もちろん $\varepsilon''=0$ である）。

「可視光において屈折率は 2.0 であった。」とは ω が十分大きいとき、すなわち図 1 の点 b の屈折率は 2.0 という意味である。この事実と式(2.56)

$$\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}=\frac{n_2}{n_1} \tag{2.56}$$

を使えば点 b の誘電率 ε_b が分かる。ここで $\varepsilon_2=\varepsilon_b$、$n_1=1$、$\varepsilon_1=\varepsilon_0$ と考える。すると $\varepsilon_b=4.0\varepsilon_0$ と分かる。これより点 b の $\varepsilon'=4.0$ と分かる。

なお図 1 の点 a の $\varepsilon'=16$、点 b の $\varepsilon'=4.0$ より半円の中心 c の $\varepsilon'=10$ と分かる。

では「最も $\tan\delta$ が大きいとき」はいつか？$\tan\delta = \varepsilon'' / \varepsilon'$ より、図 1 の原点からある点(ε', ε'')まで引いた線と横軸となす角度が δ であることが分かる。δ は 90° を超えないので、この δ がもっとも大きいときが $\tan\delta$ の最大値 $(\tan\delta)_{max}$ と分かる。では δ の最大値 δ_{max} はいつか？ずばり原点から引いた直線が半円と「接する」場所である（図 2)。あとはピタゴラスの定理を使えば(6.4,4.8)のときと導ける。

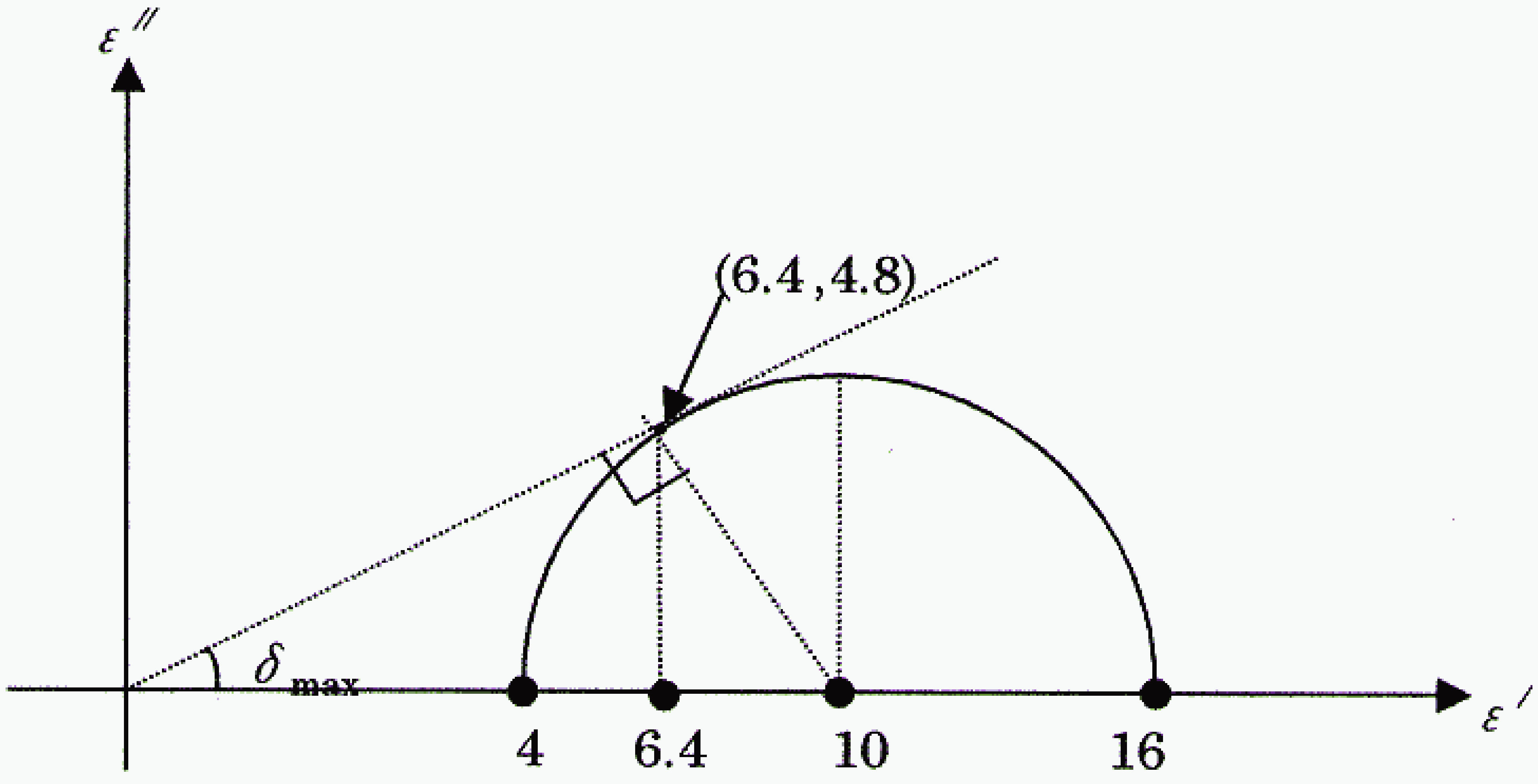

図 2

このことを簡単に説明する。

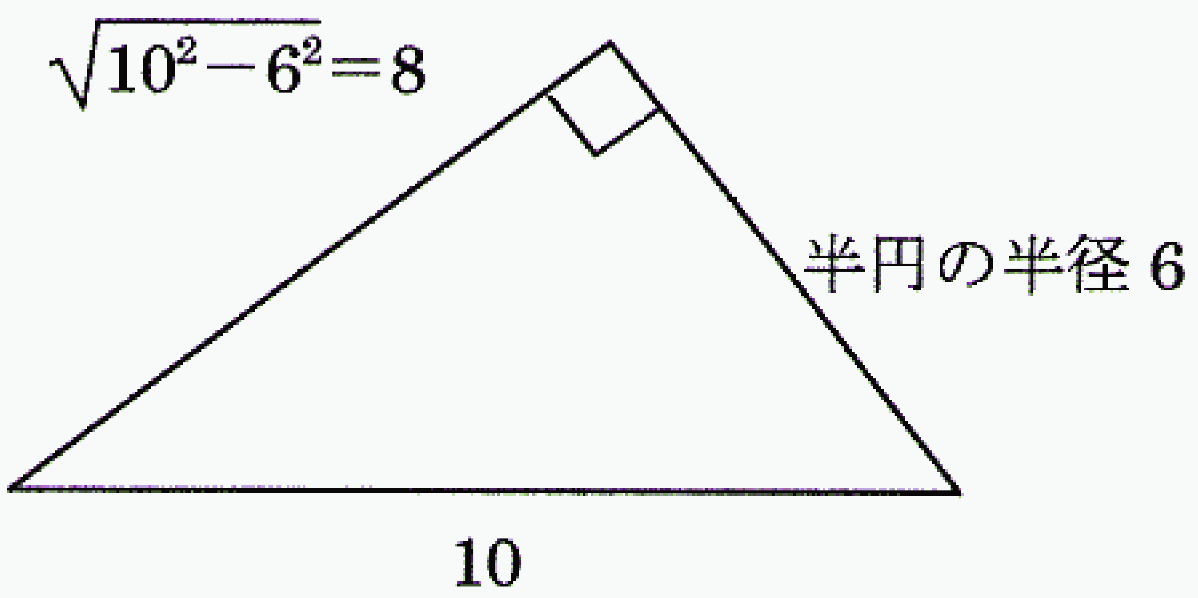

図 3

図 3 より原点から今考えている点までの距離は 8 と分かる。

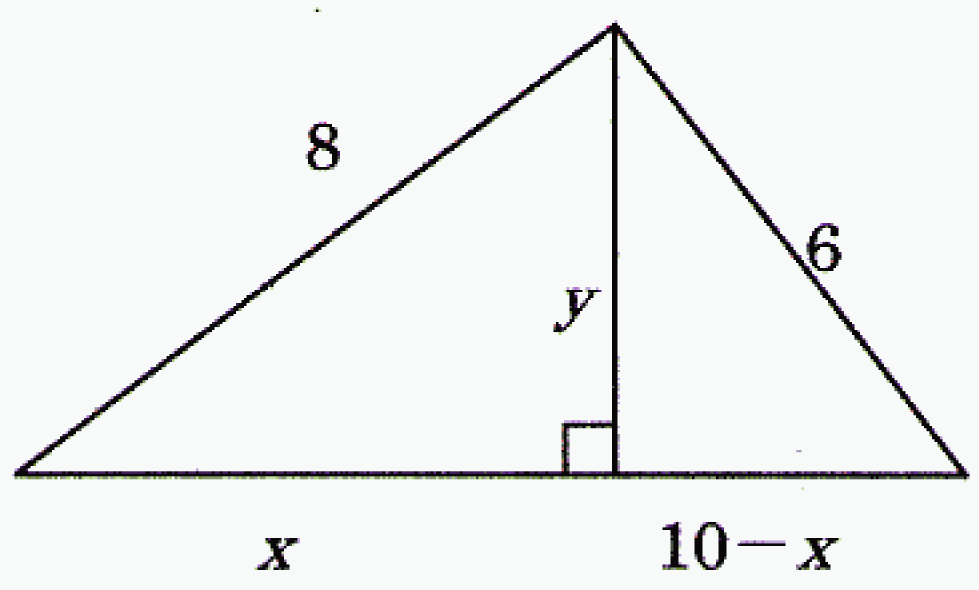

図４

図３を二つの三角形に分けたものが図４で、この図の x が今知りたい ε'、y が今知りたい ε'' である。二つの三角形についてのピタゴラスの定理の連立方程式

$$\begin{cases} x^2+y^2=8^2 \\ y^2+(10-x)^2=6^2 \end{cases}$$

を解けば、$x=6.4$、$y=4.8$ と分かる。話を戻す。したがって

このときの

$$\varepsilon'=6.4、\ \varepsilon''=4.8$$

だから

$$(\tan\delta)_{max}=4.8/6.4$$
$$=0.75$$

最もシンプル
かつエレガントな解法.

Q2

p37 より考えるべき複素屈折率

$$\hat{n}=0.35(1-i9.03)=0.35-i3.16 \tag{1}$$

TM 波の強度反射率 R_{TM} が知りたいのでまずは電場反射率 $\hat{r}_{TM}$ を求める。式(2.59)を複素数に拡張して、

$$\hat{r}_{TM}=\frac{\hat{n}\cos\theta_i-1\times\cos\theta_t}{\hat{n}\cos\theta_i+1\times\cos\theta_t} \tag{2.59'}$$

とする。ただし真空から入射していると考えた（もし違うなら、以下間違いである）。$\theta_i=45°$ より $\sin\theta_i=\cos\theta_i=0.707$、(2.66)より

$$\sin\theta_t=\frac{\sin\theta_i}{\hat{n}}=0.0245+i0.221 \tag{2}$$

また(2.69)より