

Ответы на расчетные задачи контрольной работы № 2

Вариант 1

3. Статическая ДП воды равна 78,3, а время дипольной диэлектрической релаксации – 8,3 пс. Рассчитайте **величину $\text{tg}\delta$ воды** на частоте, при которой $\omega\tau=1$.

Решение: при $\omega\tau=1$ получаем после преобразований: $\text{tg}\delta = \epsilon''/\epsilon' = (\epsilon_s - \epsilon_\infty)/(\epsilon_s + \epsilon_\infty) = 73,3:83,3 = 0,88$

4. При комнатной температуре статические ДП ϵ_s метанола и бутанола равны соответственно 32,6 и 16,8, а времена диэлектрической релаксации 50,2 и 474 пс. **Какое вещество** будет лучше нагреваться при наложении СВЧ-поля: а) на очень низких частотах ($\omega\tau \ll 1$); б) на частоте, отвечающей максимуму реактивной составляющей ϵ'' .

Решение: а) при $\omega\tau \ll 1$ сравниваем величины $\epsilon_s\tau$; метанол: $\epsilon_s\tau = 32,6 \cdot 50,2 = 1637$; бутанол: $\epsilon_s\tau = 16,8 \cdot 474 = 7963$. **Бутанол лучше.**

б) ϵ''_{max} при $\omega\tau=1$; метанол: $\epsilon''_{\text{max}} = (\epsilon_s - \epsilon_\infty)/2 = (32,6 - 2,0)/2 = 15,3$; бутанол: $\epsilon''_{\text{max}} = (16,8 - 2,0)/2 = 7,4$; $\epsilon''_{\text{max, метанол}} > \epsilon''_{\text{max, бутанол}}$. **Метанол лучше.** По $\kappa'_{(\text{max}-\epsilon'')}$: метанол: $\kappa'_{(\text{max}-\epsilon'')} = 2,89$; бутанол $\kappa'_{(\text{max}-\epsilon'')} = 0,157$.

Вариант 2

2. Статическая ДП воды равна 78,3, а время дипольной диэлектрической релаксации – 8,3 пс. Рассчитайте **величину ϵ'' воды** на частоте, при которой $\omega\tau=1$.

Решение: $\epsilon'' = (\epsilon_s - \epsilon_\infty)/2 = (78,3 - 5,0)/2 = 36,65 = 36,7$.

4. При комнатной температуре статические ДП ϵ_s этанола и ацетона равны соответственно 24,3 и 20,7, а времена диэлектрической релаксации – соответственно 160 и 3,2 пс. **Какое вещество** будет лучше нагреваться при наложении СВЧ-поля: а) на очень высоких частотах ($\omega\tau \gg 1$); б) на частоте 2450 МГц?

Решение: $P = \omega\epsilon_0\epsilon'' = \kappa'E^2$. а) $\omega\tau \gg 1$, $\kappa' = \kappa_\infty = \epsilon_s\epsilon_0/\tau$; этанол $\kappa_\infty = 24,3 \cdot 8,854/160 = 1,34$ См/м. ацетон: $\kappa_\infty = 20,7 \cdot 8,854/3,2 = 57,3$ См/м.; $\kappa_\infty(\text{ацетона}) > \kappa_\infty(\text{этанола})$. **Ацетон лучше;**

б) 2450 МГц: сравниваем величины κ' или ϵ'' ; этанол: $\omega\tau = 2,46$; $\kappa' = 1,34 \cdot 2,46^2/(1+(2,46)^2) = 1,16$ См/м; ацетон: $\omega\tau = 0,0492$; $\kappa' = 57,3 \cdot 0,0492^2/(1+0,0492^2) = 0,138$ См/м; $\kappa'(\text{этанола}) > \kappa'(\text{ацетона})$. **Этанол лучше.**

Расчет по ϵ'' : $\epsilon''(\text{этанола}) = (24,3 - 2,0) \cdot 2,46/(1+2,46^2) = 7,78 > \epsilon''(\text{ацетона}) = (20,7 - 2,0) \cdot 0,0492/(1+0,0492^2) = 0,917$.

Вариант 3

1. **Время релаксации** воды равно 8,3 пс. При **какой частоте** будет наблюдаться **максимальная величина ϵ'' ?**

Решение. Максимум ϵ'' при условии $\omega\tau=1$. $F = 1/(6,28 \cdot 8,3 \cdot 10^{-12}) = 1,92 \cdot 10^{10}$ Гц = 19,2 ГГц.

4. При комнатной температуре статические ДП ϵ_s воды и пропанола равны соответственно 78,3 и 20,5 а времена диэлектрической релаксации – соответственно 8,3 и 220 пс. **Какое вещество** будет лучше нагреваться при наложении СВЧ-поля: а) на очень низких частотах ($\omega\tau \ll 1$); б) на частоте 2450 МГц.

Решение. а) при $\omega\tau \ll 1$ сравниваем величины $\epsilon_s\tau$; вода: $\epsilon_s\tau = 78,3 \cdot 8,3 = 650$; пропанол: $\epsilon_s\tau = 20,5 \cdot 220 = 4510$. **Пропанол лучше.**

б) на частоте 2450 МГц сравниваем величины κ' или ϵ'' ; вода: $\kappa_\infty = 78,3 \cdot 8,854/8,3 = 83,5$ См/м. $\omega\tau = 0,127$; $\kappa' = 83,5 \cdot 0,127^2/(1+0,127^2) = 1,34$ См/м; пропанол: $\omega\tau = 3,38$; $\kappa_\infty = 720,5 \cdot 8,854/220 = 0,825$ См/м. $\kappa' = 0,825 \cdot 3,38^2/(1+3,38^2) = 0,759$ См/м; $\kappa'(\text{пропанола}) > \kappa'(\text{воды})$. **Вода лучше.**

Расчет по ϵ'' : $\epsilon''(\text{воды}) = (78,3 - 5,0) \cdot 0,127/(1+0,127^2) = 9,20 > \epsilon''(\text{пропанол}) = (20,5 - 2,0) \cdot 3,38/(1+3,38^2) = 5,03$.

Вариант 4

2. Статическая ДП этанола равна 24,3, а время дипольной диэлектрической релаксации – 160 пс. Рассчитайте **величину $\text{tg}\delta$ этанола** на частоте, при которой $\omega\tau=1$.

Решение. при $\omega\tau=1$ получаем после преобразований: $\text{tg}\delta = \epsilon''/\epsilon' = (\epsilon_s - \epsilon_\infty)/(\epsilon_s + \epsilon_\infty) = 22,3:26,3 = 0,848$.

4. При комнатной температуре статические диэлектрические проницаемости ϵ_s диметилсульфоксида и диметилформамида равны соответственно 47,1 и 37,0, а времена диэлектрической релаксации – соответственно 19,4 и 11,0 пс. **Какое вещество** будет лучше нагреваться при наложении СВЧ-поля: а) на очень высоких частотах ($\omega\tau \gg 1$); б) на частоте 2450 МГц.

Решение. При $\omega\tau \gg 1$ $\kappa' = \kappa_\infty$. ДМСО $\kappa_\infty = 47,15 \cdot 8,854/19,4 = 21,5$ См/м. ДМФА $\kappa_\infty = 37,0 \cdot 8,854/11,0 = 29,8$ См/м. **ДМФА лучше.**

б) на частоте 2450 МГц сравниваем величины κ' или ϵ'' ; ДМСО: $\omega\tau = 0,298$; $\kappa' = 21,5 \cdot 0,298^2/(1+0,298^2) = 1,75$ См/м; ДМФА: $\omega\tau = 0,169$; $\kappa' = 29,8 \cdot 0,169^2/(1+0,169^2) = 0,827$ См/м; $\kappa'(\text{ДМСО}) > \kappa'(\text{ДМФА})$. **ДМСО лучше.**

Расчет по ϵ'' : $\epsilon''(\text{ДМСО}) = (47,1 - 2,0) \cdot 0,169/(1+0,169^2) = 12,3 > \epsilon''(\text{ДМФА}) = (37,0 - 2,0) \cdot 0,169/(1+0,169^2) = 5,75$.