Билет 29

1.Тепловое излучение. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.

Тепловое излучение – вид излучения, который может находится в термодинамическом равновесии с излучателем и к анализу такого излучения применимы законы термодинамики.

Спектральная плотность энергетической светимости тела – мощность излучения с единицы площади поверхности тела а интервале частот единичной ширины:

$$R_{\nu,T} = \frac{dW^{изл}_{\nu,\nu+d\nu}}{d\nu}$$

$dW_{\nu,\nu+d\nu}^{изл}$- энергия электромагнитного излучения, испускаемого за единицу времени(мощность

излучения, испускаемого за единицу времени (мощность излучения) с единицы площади поверхности в интервале частот от ν до $\nu+d\nu$ (Дж/м^2). **Интегральная энергетическая светимость** можно найти, просуммировав по всем частотам:
$R_T=\int_0^\infty R_{\nu,T}d\nu$. **Закон Кирхгофа** – отношение спектральной плотности энергетической светимости к спектральной поглощательной способности не зависит от природы тела; оно является для всех тел универсальной функцией частоты (длины волны) и температуры $R_{\nu,T}/A_{\nu,T}=r_{\nu,T}$. **Закон Стефана-Больцмана** $R_e=\sigma T^4$, т.е. энергетическая светимость черного тела пропорциональна четвертой степени его термодинамической температуры, σ-постоянная Стефана-Больцмана = $5{,}67\cdot10^{8}$ Вт/(м$^2\cdot$К^4). **Закон**

Стефана-Больцмана = $5{,}67 \cdot 10^{8}$ Вт/($м^2 \cdot К^4$). **Закон смещения Вина** $\lambda_{max} = b/T$, т.е. длина волны λ_{max}, соответствующая максимальному значению спектральной плотности энергетической светимости черного тела, обратно пропорционально его термодинамической температуре, b- постоянная Вина $= 2{,}9 \cdot 10^{-3}$ м·К. Закон Вина обьясняет, почему при понижении температуры нагретых тел в их спектре сильнее преобладает длинноволновое излучение.

<u>Билет 29</u>

<u>2. Собственная проводимость полупроводников.</u>

2. Собственная проводимость полупроводников. Концентрация электронов и дырок в чистых полупроводниках. Уровень Ферми в чистых полупроводниках. Температурная зависимость проводимости беспримесных полупроводников.

Собственные полупроводники – химически чистые полупроводники, а их проводимость называется собственной проводимостью. В результате тепловых выбросов из зоны 1 в зону 2 в валентной зоне возникают вакантные состояния, получившие название дырок. Проводимость собственных полупроводников, обусловленная дырками, называется дырочной или p-типа.

Концентрация дырок в валентной зоне $n_p = C_2 e^{(E_1 - E_F)/(kT)}$

Концентрация дырок в валентной зоне $n_p = C_2 e^{(E_1 - E_F)/(kT)}$

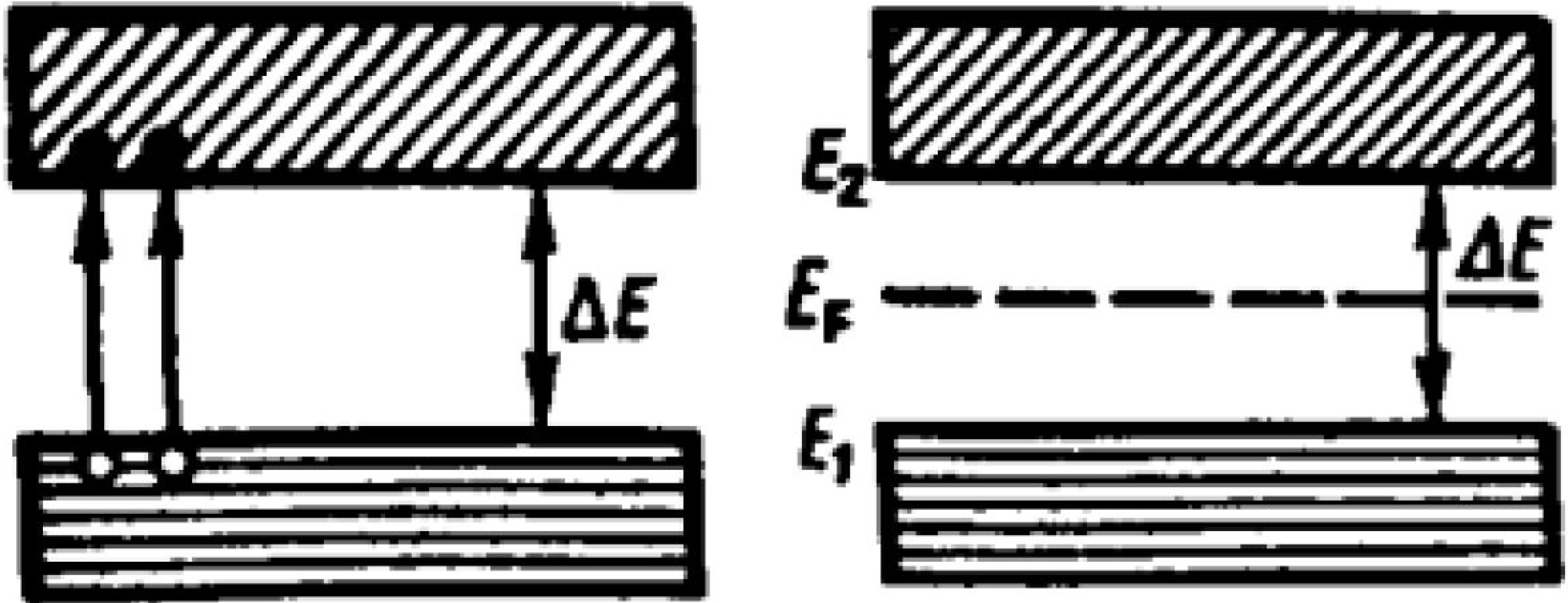
C_2- постоянная, зависящая от температуры и эффективной массы дырки (Эффектив.масса -величина, имеющая размерность массы и характеризующая динамические свойства электронов проводимости и дырок),E_1-энегрия, соответствующая верхней границе валентной зоны.

Т.к. для собственного полупроводника $n_e=n_p$, то

$$C_1 e^{-(E_2 - E_F)/(kT)} = C_2 e^{(E_1 - E_F)/(kT)}$$

Если эффективные массы электронов и дырок равны, то$C_1=C_2$ и следовательно $-(E_2-E_F)=E_1-E_F$, откуда $E_F=\Delta E/2$, т.е. уровень Ферми в собственном полупроводнике расположен в середине запрещенной полупроводнике расположен в середине запрещенной зоны.

Увеличение проводимости полупроводников с повышением температуры является их характерной особенностью (у металлов с повышением температуры проводимость уменьшается). С повышением температуры растет число электронов, которые вследствие теплового возбуждения переходят в зону проводимости и участвуют в проводимости.



ΔE
E_2
ΔE
E_F
E_1

Билет 29

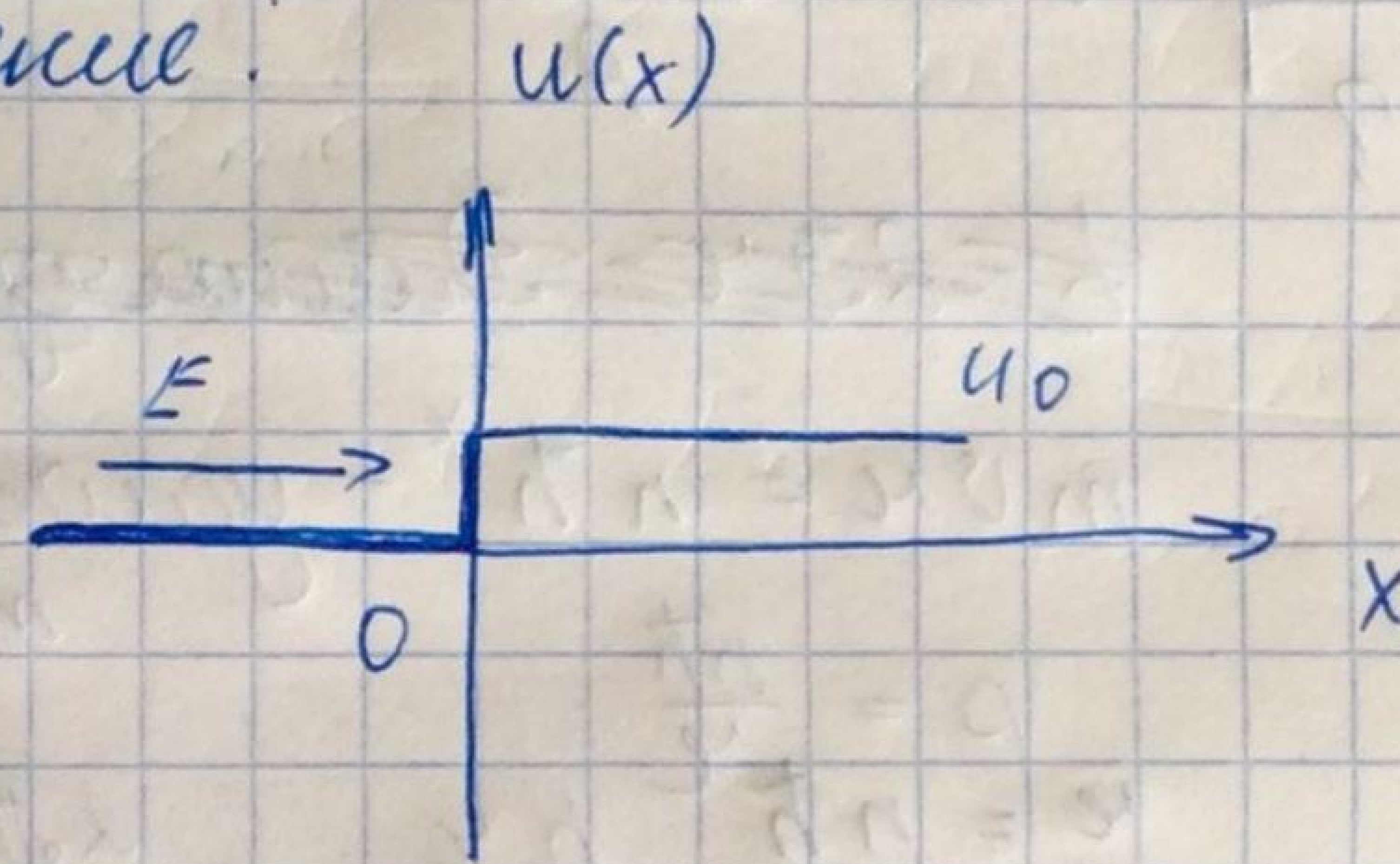
Частица массой m_0, падает на прямоуг. потенциальный порог высотой U_0. Энергия частицы равна E, причём $E < U_0$. Найдите эффективную глубину проникновения частицы в область порога, т. е расстояние от границы порога до точки, в которой плотность вероятности нахождения частицы уменьшится в e раз.

Дано:	Решение:
m_0, U_0	$U(x)$
$E < U_0$	

Дано:
m_0, U_0
$E < U_0$

$l_{эф}$ - ?

Решение:



$x < 0$

$$\frac{d^2 \Psi_1}{dx^2} + \frac{2m_0}{\hbar^2} E \Psi_1 = 0$$

$x > 0$

$$\frac{d^2 \Psi_2}{dx^2} + \frac{2m_0}{\hbar^2} (E - U_0) \Psi_2 = 0$$

$$k_1^2 = \frac{2m_0 E}{\hbar^2} \qquad k_2^2 = \frac{2m_0}{\hbar^2}(E - U_0)$$

$$k_1^2 = \frac{2m_0E}{\hbar^2} \qquad k_2^2 = \frac{2m_0}{\hbar^2}(E-U_0)$$

$$\left.\begin{aligned}
&\psi_1(0) = \psi_2(0)\\
&\psi_1'(0) = \psi_2'(0)\\
&\psi_1 = C_1 e^{ik_1x} + C_2 e^{-ik_1x}\\
&\psi_2 = C_3 e^{ik_2x} + C_{\cancel{3}4} e^{-ik_2x}
\end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{aligned}
C_2 &= \frac{k_1 - ik_2}{k_1 + ik_2}\\
C_{\cancel{3}4} &= \frac{2k_1}{k_1 + ik_2}
\end{aligned}$$

$$P(x) = |\psi_2(x)|^2 = P(0)\cdot e^{2ik_2x}$$

$$\frac{P(0)}{P(l_{эф})} = e = e\left[\frac{2}{\hbar}\sqrt{2m_0(U_0-E)}\, l_{эф}\right]$$

$$l_{эф} = \frac{\hbar}{2\sqrt{2m_0(U_0-E)}}$$