Электрическкий ток в вакууме

Вакуум – разряженный газ

Различают низкий, средний и высокий вакуум.

Высокий вакуум соответствует такому разряжению, при котором средняя длина свободного пробега молекул больше размеров сосуда.

Задача

$P_{min}=10^{-12}$ мм.рт.ст.

T=300 К

V=1см^3

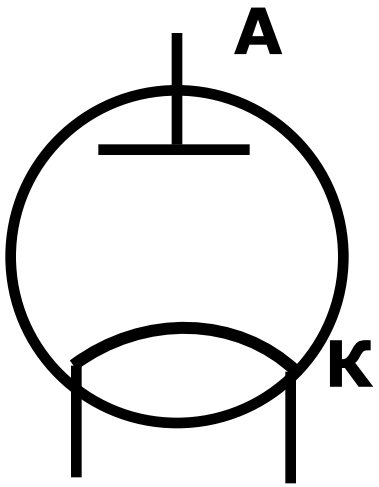
N-?

1 мм.рт.ст. =133Па

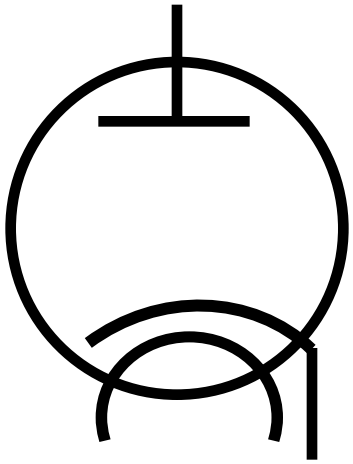
$$p = nkT = \frac{N}{V}kT$$

$$N = \frac{pV}{kT} = \frac{10^{-12}\cdot 133\cdot 10^{-6}}{1{,}38\cdot 10^{-23}\cdot 300} = 3{,}2\cdot 10^{4}$$

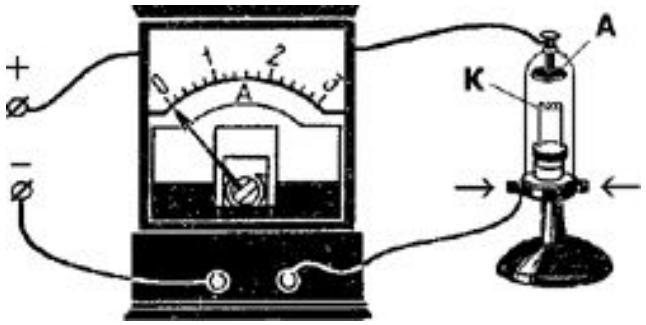
Создав в вакууме эмиссию электронов (термоэлектронную, фотоэлектронную, электрическую), построим простейший вакуумный прибор, проводящий ток - диод

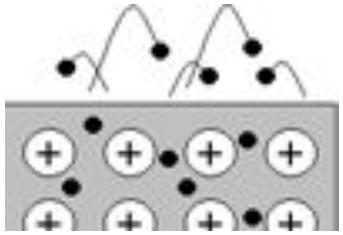


Прямой накал

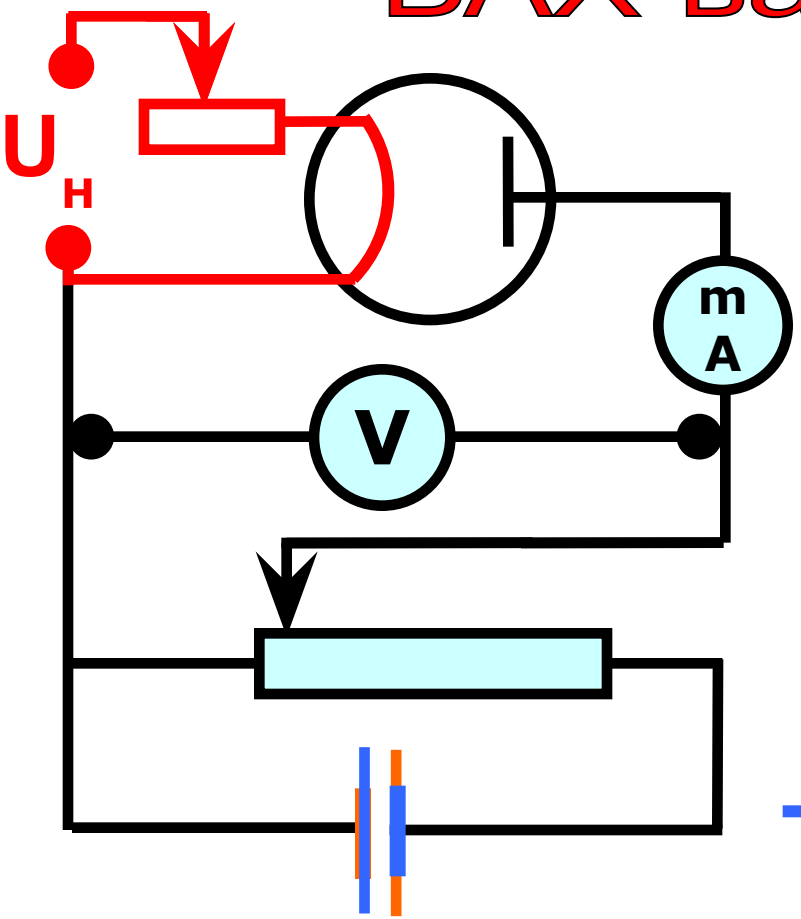


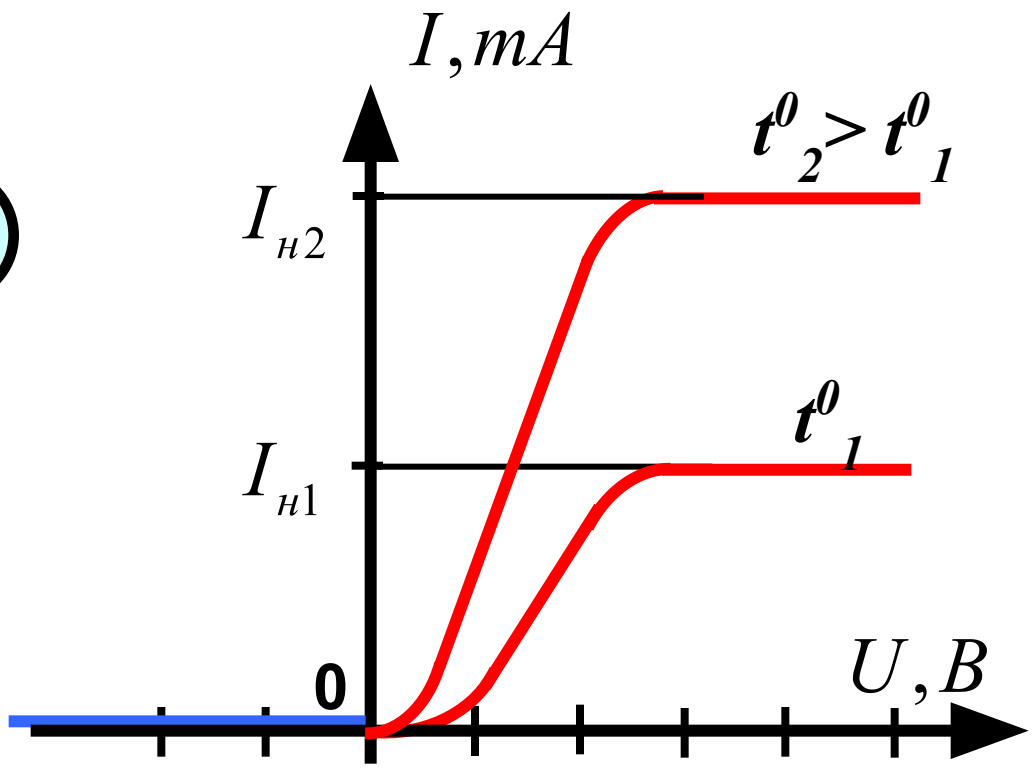
Косвенный накал





ВАХ вакуумного диода



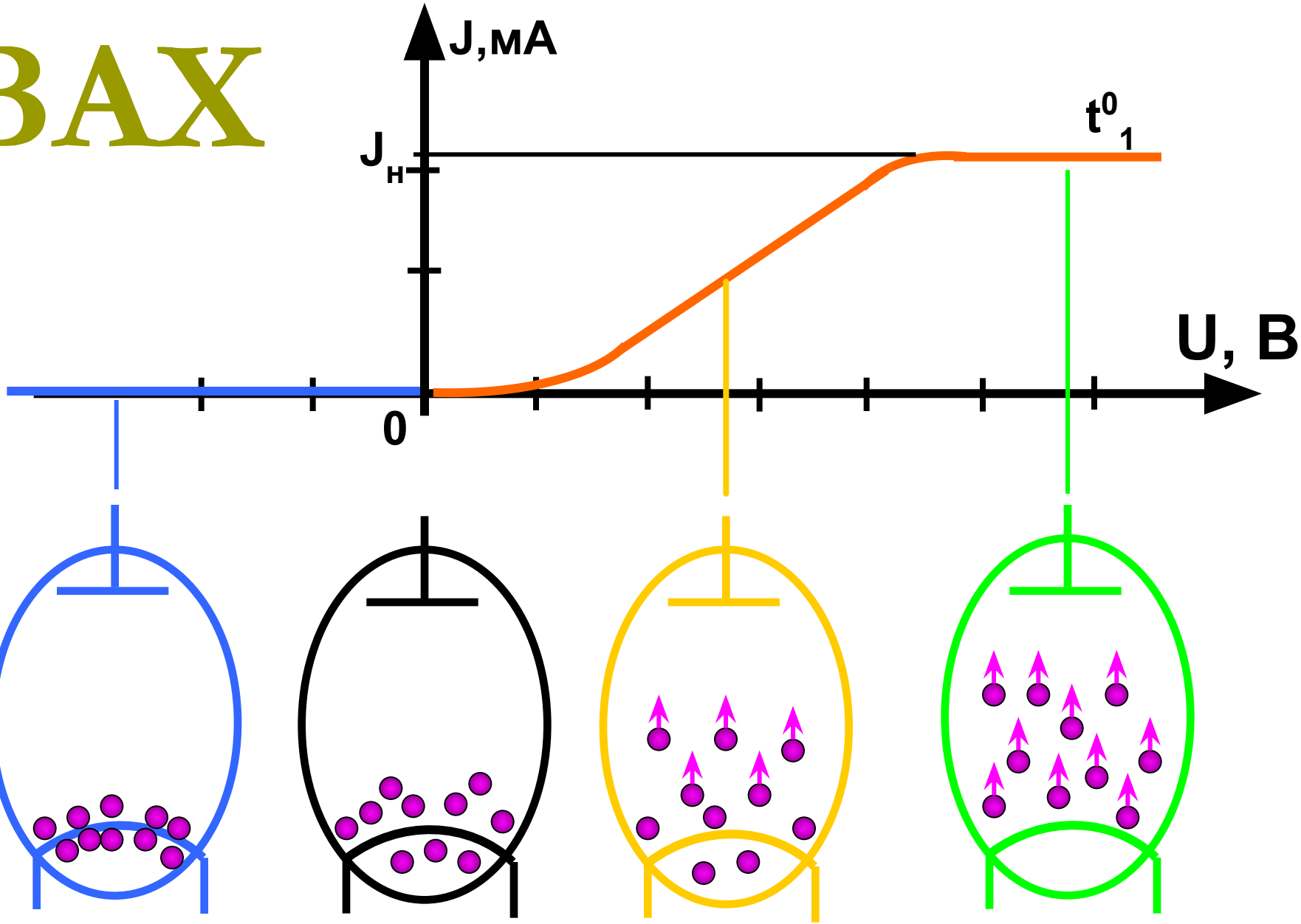


$I_н$ – ток насыщения

$$I_н = \frac{q}{t} = \frac{eN}{t}$$

Все заряды, рожденные термоэлектронной эмиссией, достигают анода.

ВАХ

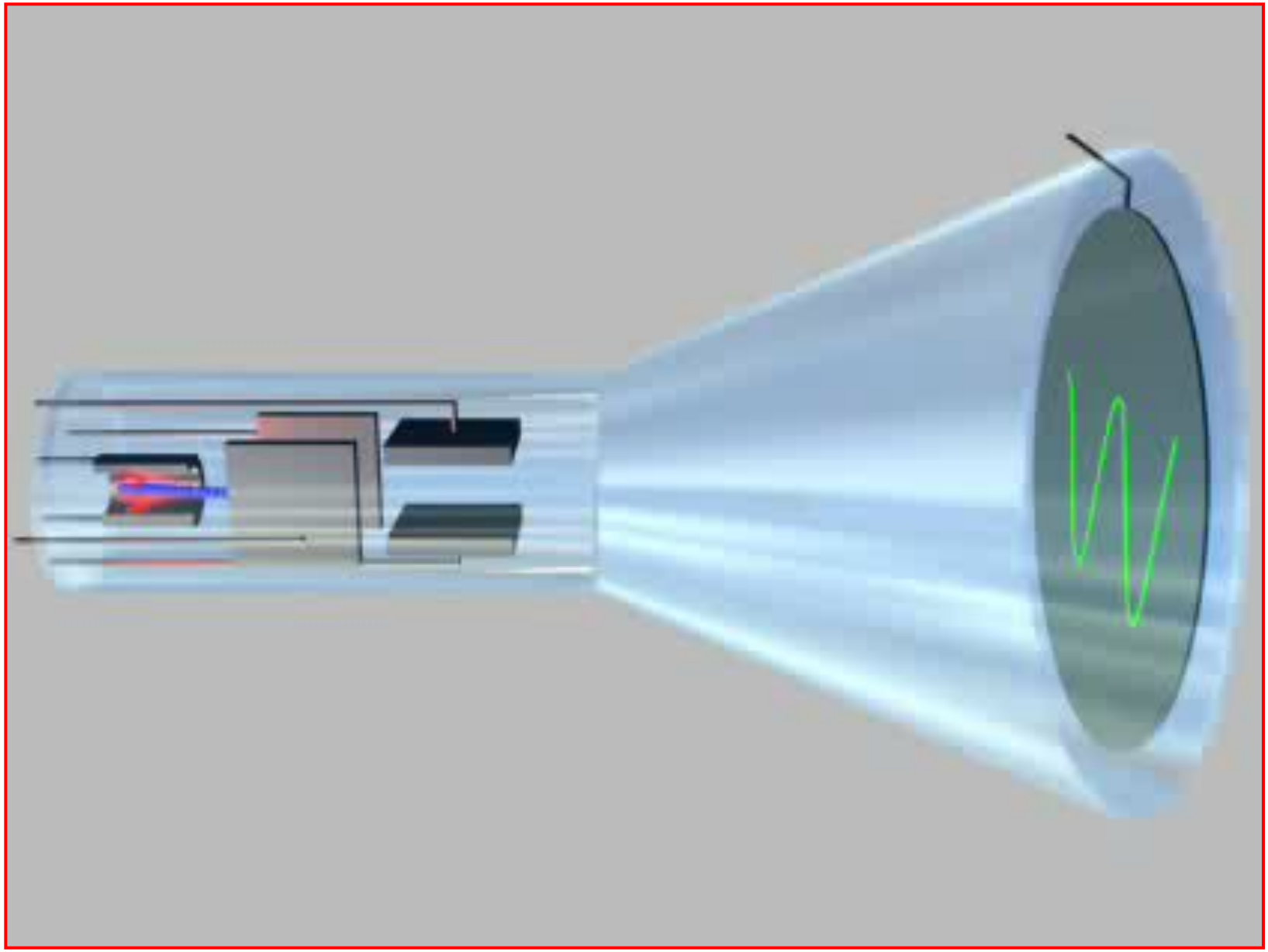


Ток насыщения

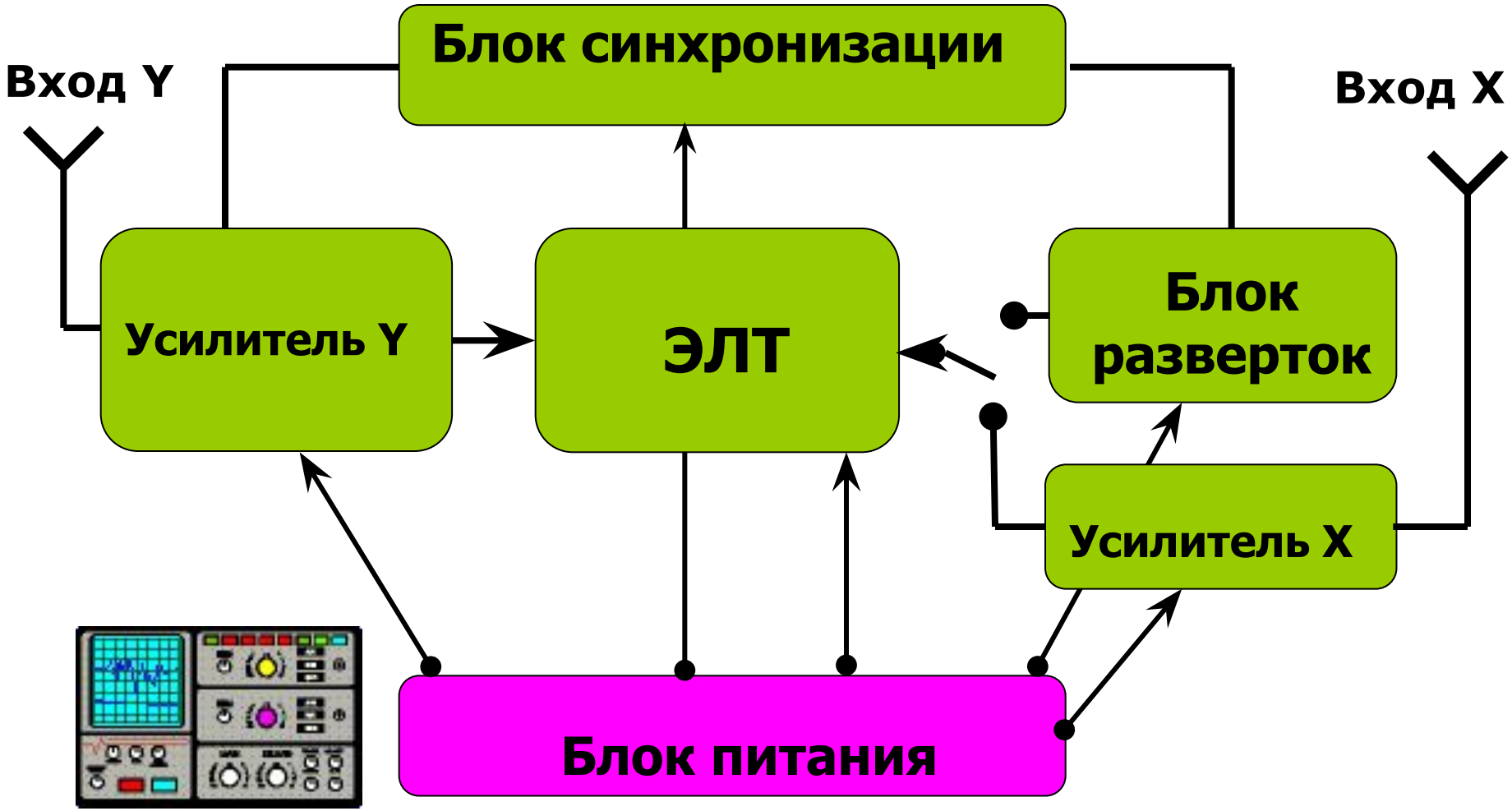
$$I_н = \frac{q}{t} = \frac{eN}{t}$$

Все заряды, рожденные термоэлектронной эмиссией, достигают анода.

Электронно-лучевая трубка



Блок-схема электронного осциллографа



В электронно-лучевой трубке поток электронов с кинетической энергией $8 \cdot 10^3$ эВ движется между пластинами плоского конденсатора длиной $4 \cdot 10^{-2}$ м. Расстояние между пластинами $2 \cdot 10^{-2}$ м. Какое напряжение нужно подать на пластины конденсатора, чтобы смещение электронного пучка на выходе оказалось $8 \cdot 10^{-3}$ м.

Дано:

$\ell = 4 \cdot 10^{-2}$ *м*

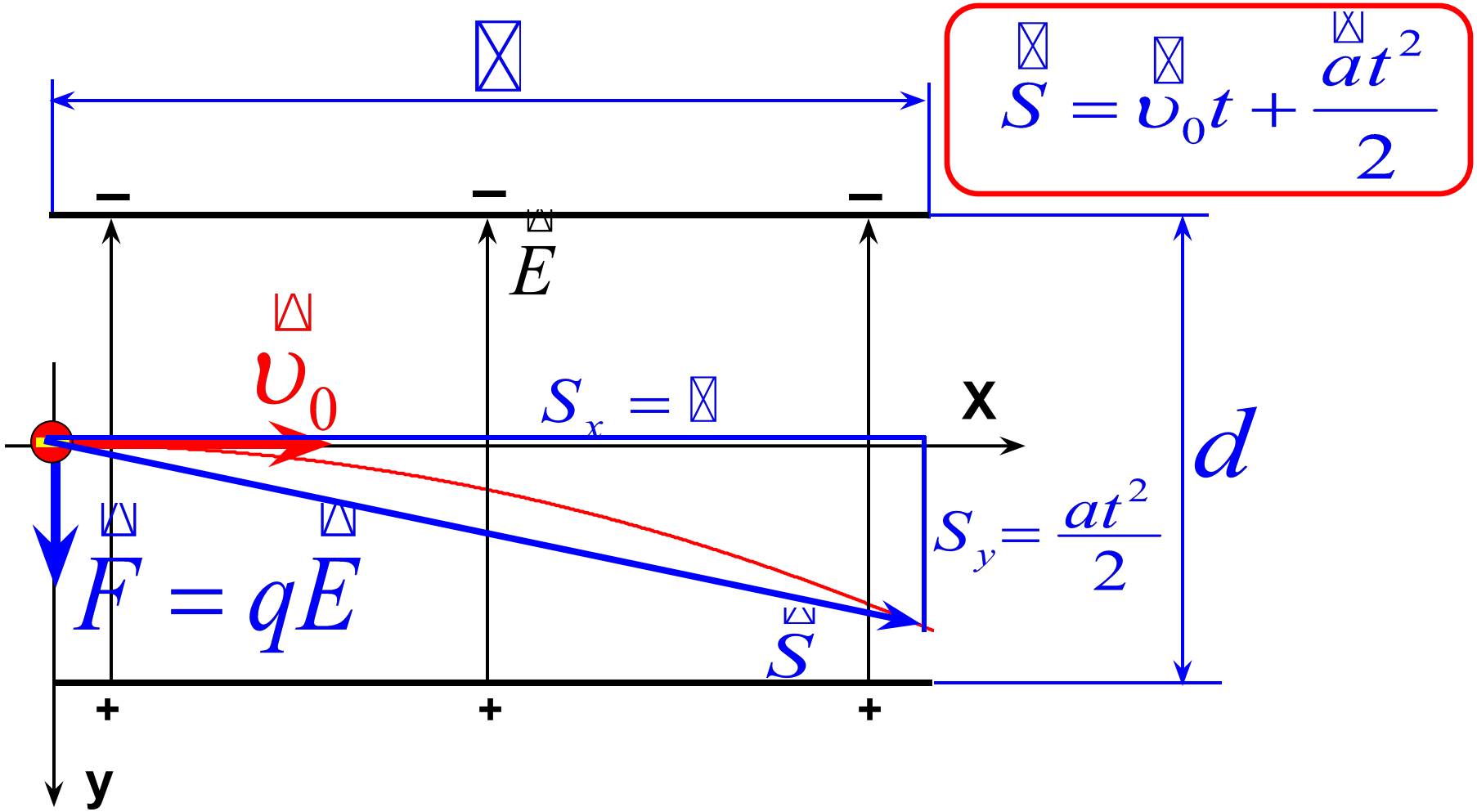
$E_k = 8 \cdot 10^3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *Дж*

$d = 2 \cdot 10^{-2}$ *м*

$h = 8 \cdot 10^{-3}$ *м*

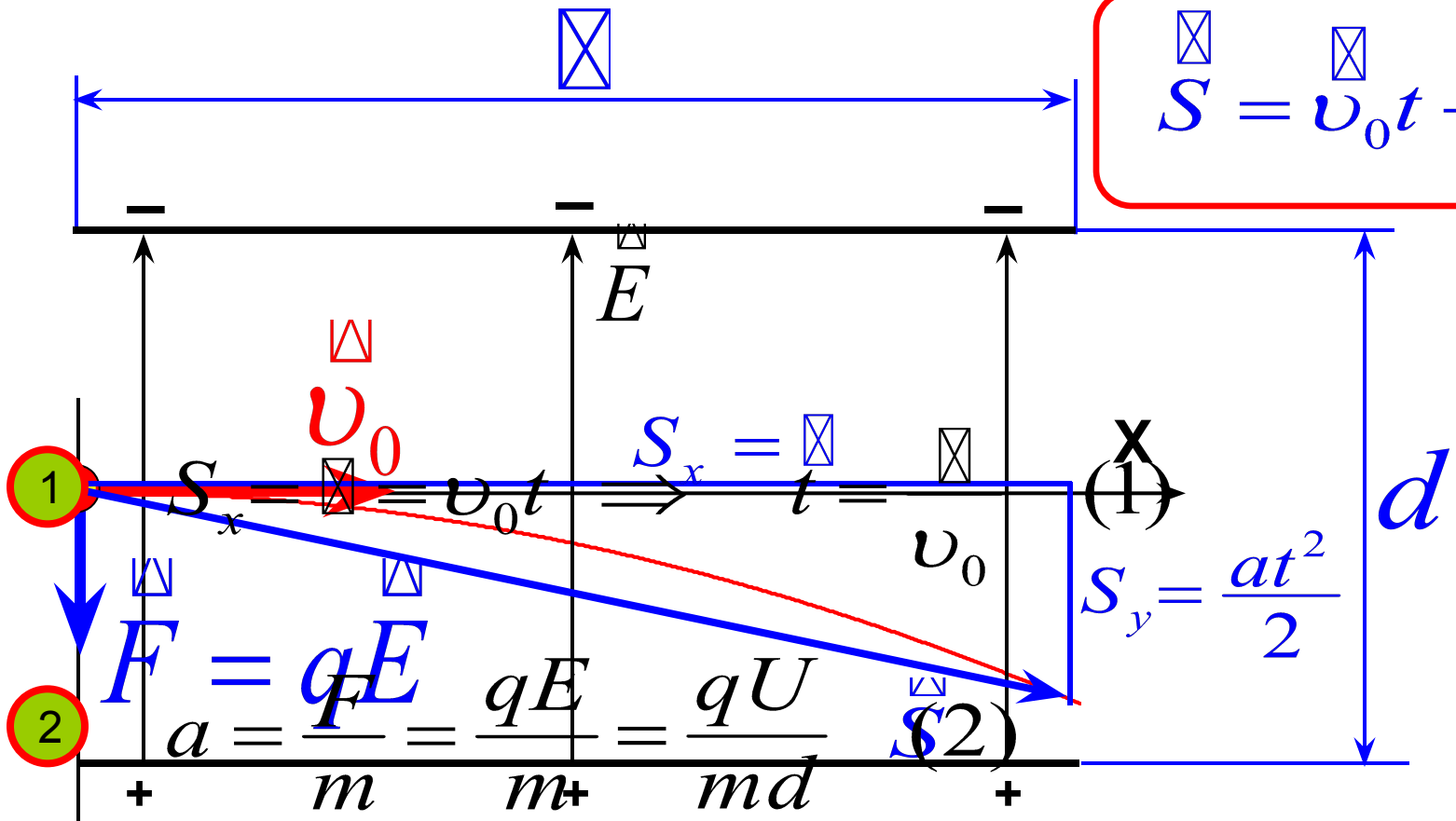
$q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *Кл*

U-?



$\vec{S} = \vec{\upsilon}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$
$\vec{E}$
$\vec{\upsilon}_0$
$S_x =$
x
d
$S_y = \frac{at^2}{2}$
$\vec{F} = q\vec{E}$
$\vec{S}$
y

$$S = \upsilon_0 t + \frac{at^2}{2}$$



1 $S_x = \upsilon_0 t \Rightarrow t = \frac{S_x}{\upsilon_0}$ (1)

2 $F = qE$ $\quad a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md}$ (2)

3 $S_y = h = \frac{at^2}{2} = \frac{qU t^2}{2md\upsilon^2} = \frac{qU t^2}{4dE_к}$

4 $U = \frac{4hE_к d}{qt^2}$

Дано:

$\ell = 4 \cdot 10^{-2}$ *м*

$E_k = 8 \cdot 10^3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *Дж*

$d = 2 \cdot 10^{-2}$ *м*

$h = 8 \cdot 10^{-3}$ *м*

$q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *Кл*

U-?

$$U = \frac{4hE_k d}{ql^2}$$

$$U = \frac{4 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 16 \cdot 10^{-4}} = 3200 B.$$

Ответ: $U = 3200 B$

Электрон влетает в плоский конденсатор с длиной пластин 10 см и напряженностью электрического поля 40 кВ/м под углом 15^0 к пластинам. Какова первоначальная энергия электрона, если он вылетел из конденсатора так же под углом 15^0 к пластинам?

Дано :

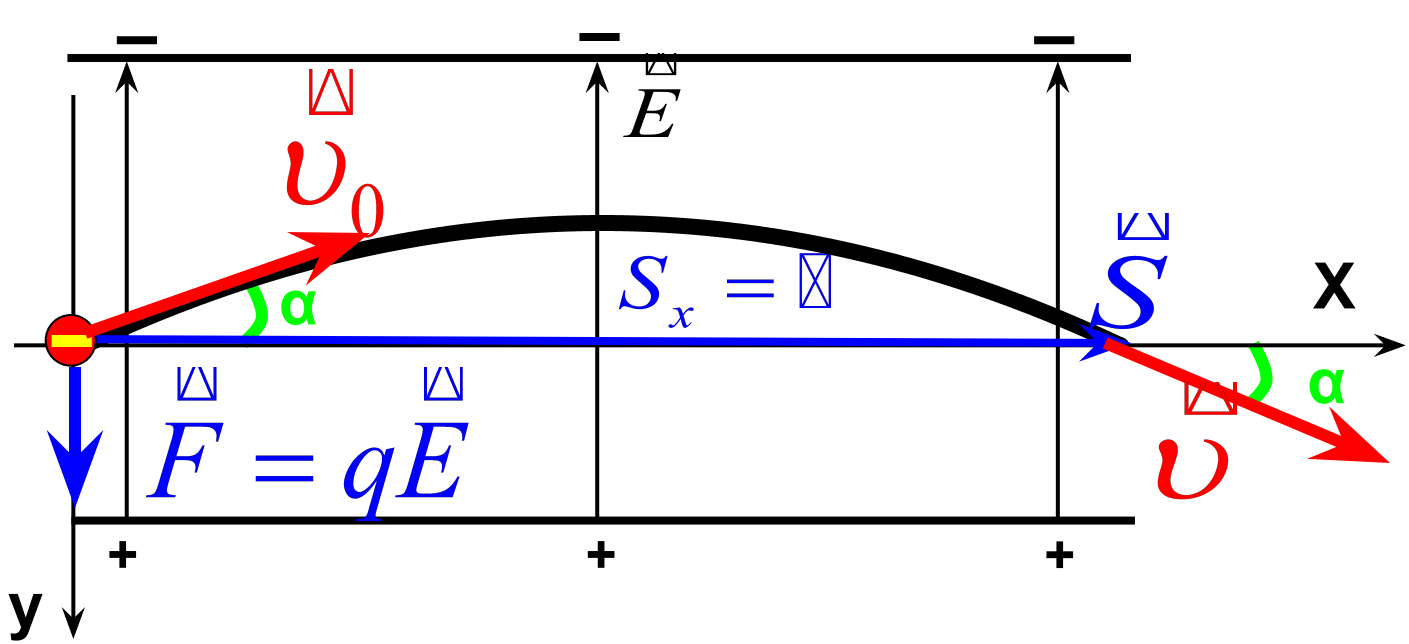
$q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ Кл$

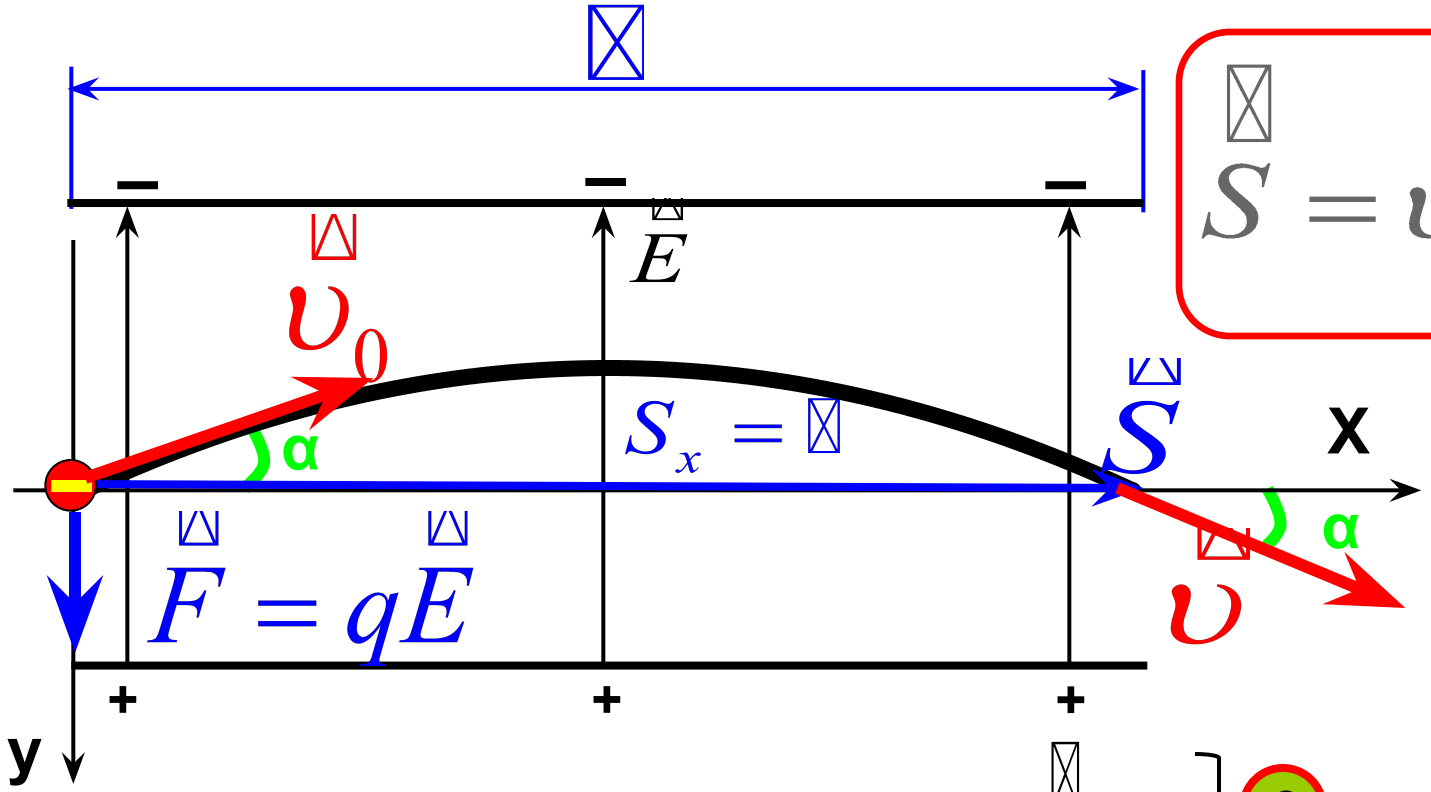
$\square = 10 см$

$E = 40 \frac{кВ}{м}$

$\alpha = 15^0$

$W - ?$





$$S = \upsilon_0 t + \frac{at^2}{2}$$

1 $S_x = \square = \upsilon_0 \cos\alpha \cdot t$ $\qquad t = \dfrac{\square}{\upsilon_0 \cos\alpha}$

$S_y = 0 = \upsilon_0 \sin\alpha \cdot t - \dfrac{at^2}{2}$ $\qquad t = \dfrac{2\upsilon_0 \sin\alpha}{a}$

2 $\dfrac{\square}{\upsilon_0 \cos\alpha} = \dfrac{2\upsilon_0 \sin\alpha}{a}$

3 $a = \dfrac{2\upsilon_0 \sin\alpha \cdot \upsilon_0 \cos\alpha}{\square} = \dfrac{\upsilon_0^2 \sin 2\alpha}{\square} = \dfrac{F}{m} = \dfrac{qE}{m}$

Дано:

$q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ Кл$

$\square = 10 см$

$E = 40 \frac{кВ}{м}$

$\alpha = 15^0$

$W - ?$

4

$$\frac{\upsilon_0^2 \sin 2\alpha}{\square} = \frac{qE}{m}$$

$$W = \frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{qE\square}{2\sin 2\alpha}$$

$$W = \frac{qE\square}{2\sin 2\alpha} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 0{,}1}{2 \cdot 0{,}5} = 6{,}4 \cdot 10^{-16}\ Дж$$

Ответ: $W = \frac{qE\square}{2\sin 2\alpha} = 6{,}4 \cdot 10^{-16}\ Дж$

На две параллельные сетки, между которыми приложена задерживающая разность потенциалов U, под углом α падает пучок отрицательных ионов. При каких энергиях частицы смогут пройти через сетки, если заряд иона q?