Basic electronics (1)

Lec ①

Chapter I

Semiconductor diodes.

- Semiconductor Material
  - Intrinsic
  - Extrinsic
    - N-Type
    - P-Type

- Semiconductor diode Construction (P-N)

- Diode Biasing
  - at no-Bias
  - F.B
  - R.B

- Important Relations.

- I-V Characteristic of diode and it's symbol.

Semi Conductor diodes

* Semi Conductor Materials Types "أنواعه"

Extrinsic.

تقوم بإضافة شوائب وهي عبارة عن ذرات خماسية وثلاثية التكافؤ وذلك لتحصيل إلكترون حر أو فجوة "hole" حرة.

- P-Type
- n-Type

Intrinsic

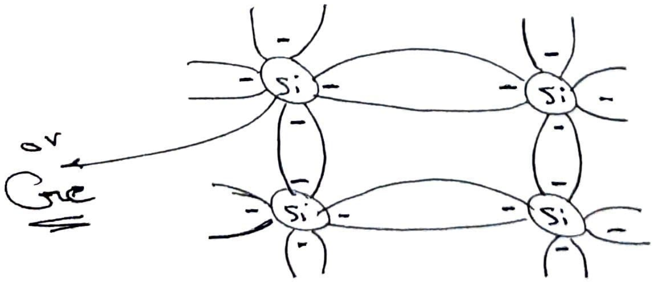
أشباه موصلات نقية مثل Si, Ge وهي ذرات رباعية التكافؤ وبالتالي كل الكترون يرتبط بالكترون مجاور له فلا يوجد الكترونات حرة ولذلك لا يمر تيار كهربي

$\boxed{n = P}$

n → تركيز الالكترونات

P → تركيز الـ holes

① Intrinsic Semi Conductor :-

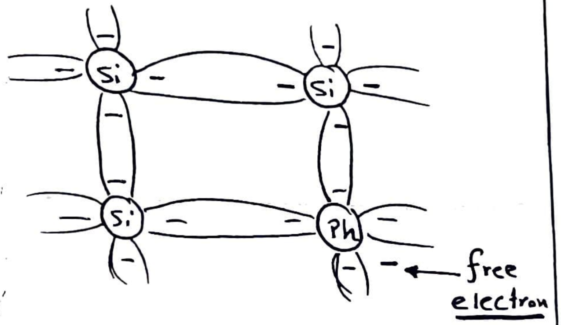


لاحظ أنه لا يوجد إلكترون حر أي بدون رابطة ولذلك لا يمر تيار.

2 Extrinsic Semi Conductor :-

(a) N-Type

نقوم بإضافة شوائب (ذرات) خماسية التكافؤ لزيادة عدد الالكترونات الحرة ولذلك نقوم بإضافة الفوسفور "Ph"

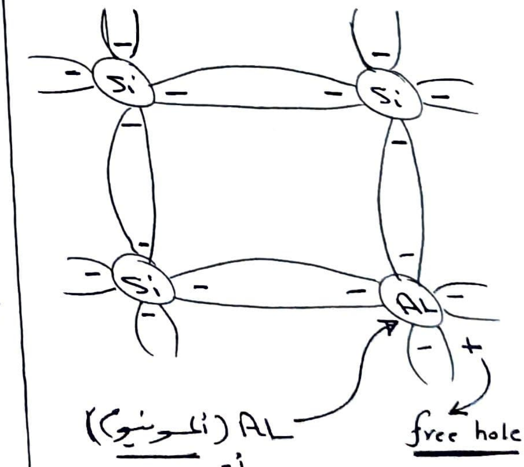


خدبالك إن الـ Si رباعي التكافؤ فكل الكترون ارتبط بواحد ثاني ولكن الفوسفور خماسي التكافؤ مما يؤدي إلى وجود **free electron**

Ph → «donor atom»

(b) P-Type

نقوم بإضافة شوائب (ذرات) ثلاثية التكافؤ ولذلك نجد أن ثلاث الكترونات ترتبط بالذرات المحيطة وحتى نصل لحالة الاستقرار نقوم الكترون الرابع من الشوائب بالارتباط مع الكترون آخر تاركاً فجوة (hole)



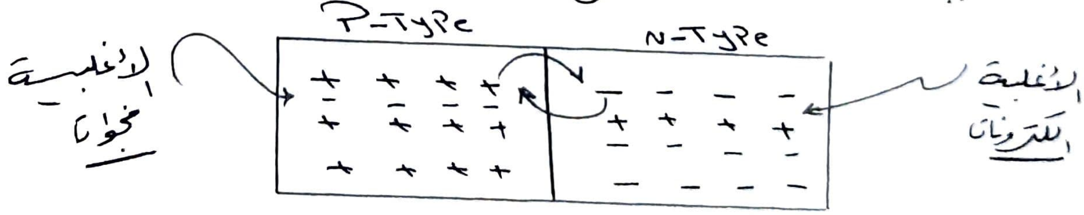
AL (ألومنيوم)
أو
B (بورون)
→ «Acceptor atom»

N-Type	P-Type
→ Majority Carriers are electrons. «حاملات التيار معظمها الكترونات»	→ Majority Carriers are holes.
الأقلية → Minority Carriers are holes	→ Minority Carriers are electrons.

* SemiConductor diode :.

"diode" هو عبارة عن "PN Junction" أي شريحة من N-Type

بجانب شريحة من P-Type



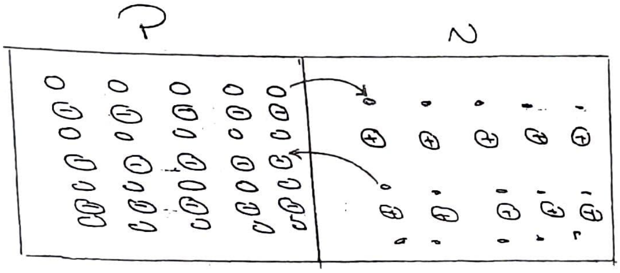
تتحرك الإلكترونات الحرة من N إلى P وتتحرك الفجوات من P ← N

وتتحد الإلكترونات مع الفجوات مسببة اخلاء المنطقة التي تفصل بينهم

من الإلكترونات و الفجوات الحرة وتسمى هذه المنطقة بال depletion Region

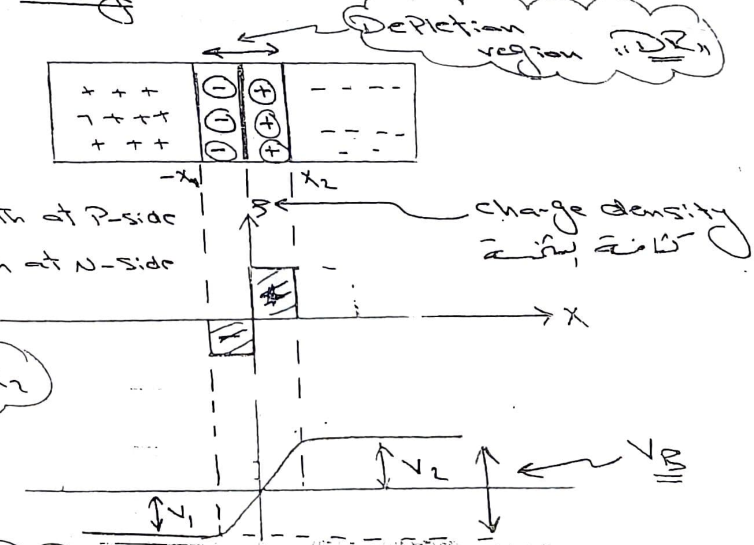
ويكون لها جهد يطلق عليه "VB" Barrier Voltage

* PN Junction :-



تتحرك الالكترونات الحرة من N-region إلى الـ P-region وتتحرك الفجوات من P ← N وتتحد الالكترونات مع الفجوات مسببة افراغ منطقة الاتصال من الالكترونات أو الفجوات الحرة وتسمى هذه المنطقة بالـ **depletion region**

ويكون لها جهد يطلق عليه "V_B" ← **Barrier Voltage**


Depletion region "DR"
$-X_1$
X_2
ρ
charge density
كثافة الشحنة
X
V_2
V_1
V_B

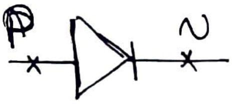
$X_1 \rightarrow$ D.R width at P-side

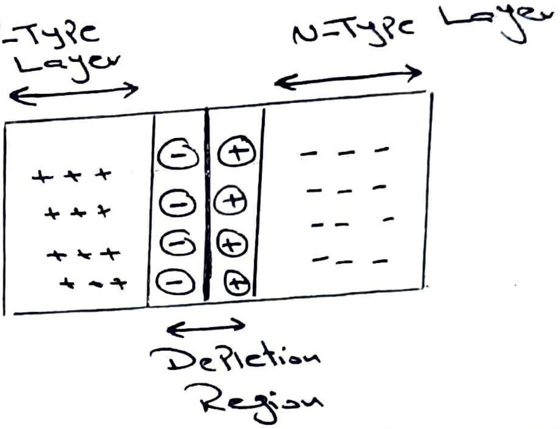
$X_2 \rightarrow$ D.R width at N-side

$\therefore \boxed{D.R = X_1 + X_2}$

$\therefore \boxed{V_B = V_1 + V_2}$

:: diode :-




P-Type Layer
N-Type Layer
Depletion Region

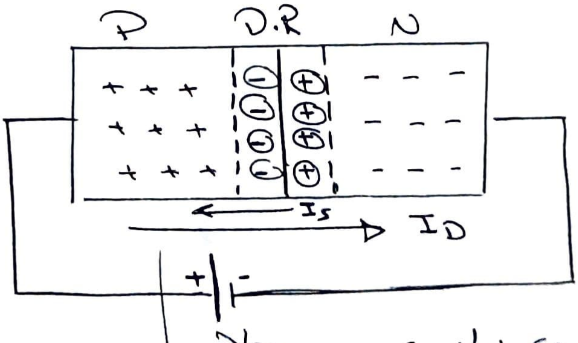
---

* PN-Junction (diode) under 3 different Conditions of Biasing :-

(a) at no Biasing :- حالة الاتزان

و هنا هيحصل نفس اللي شرحناه في الجزء السابق

(b) Forward Bias :- "F.B" "توصيل أمامي"


P
D.R
N
I_s
I_D
+
-
V_D

← هنا يتم توصيل موجب البطارية

مع "P" (موجب الـ diode) وسالب البطارية مع "N" (سالب الـ diode)

⑤

← تتنافر الالكترونات الموجودة في "N" مع القطب السالب للبطارية وتذهب ناحية الـ D.R وكذلك تتنافر الـ holes الموجودة في الـ "P" مع القطب الموجب للبطارية مما يؤدي إلى تقليل اتساع الـ D.R تدريجياً حتى تنطبق ويمر التيار .

$$I_D = I_s\left[e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 1\right] = I_s\left[e^{\frac{qV_D}{KT}} - 1\right]$$

∵ $I_s <<$ (صغيرة جداً) ⇐ عليه الحالة

$$\therefore \boxed{I_D = I_s\, e^{\frac{V_D}{nV_T}}}$$

I_s → Reverse Saturation Current

V_T → Thermal Voltage

$$\boxed{V_T = \frac{KT}{q}}$$

K → ثابت بولتزمان

q → شحنة الالكترون

T → درجة الحرارة

---

note

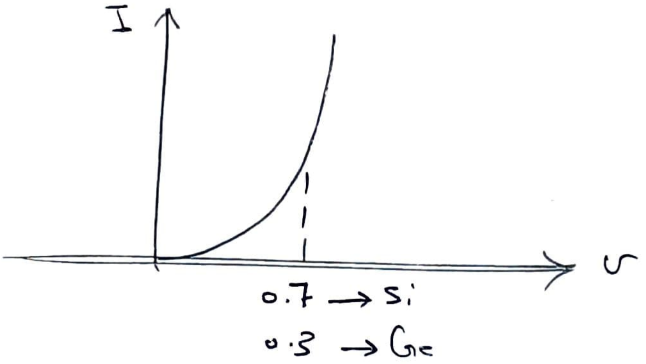
at F.B ∴

$$D.R \downarrow \longrightarrow V_B \downarrow \longrightarrow C_J \uparrow$$

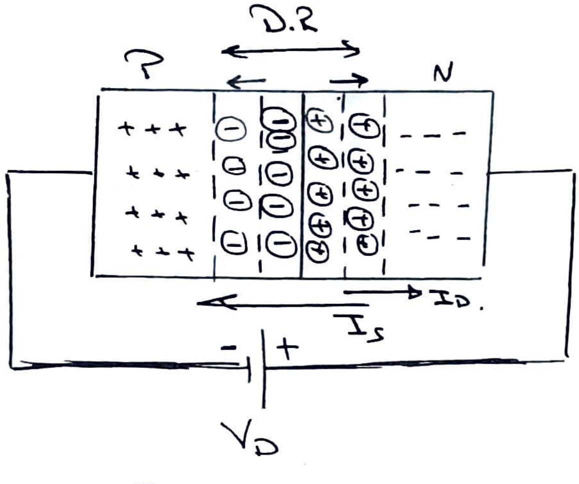
V_B → جهد الـ D.R ينزل ↓

C_J → Junction Capacitance.

يمر تيار ويكسر جهد الحاجز وتنكمش منطقة العزل (D.R)



(C) Reverse Bias :- "R.B"

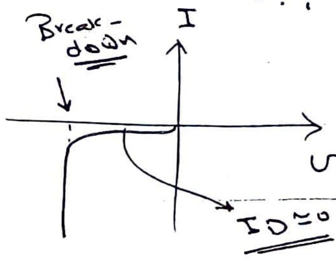


← هنا يتم توصيل سالب البطارية مع "P" وموجب البطارية مع "N"

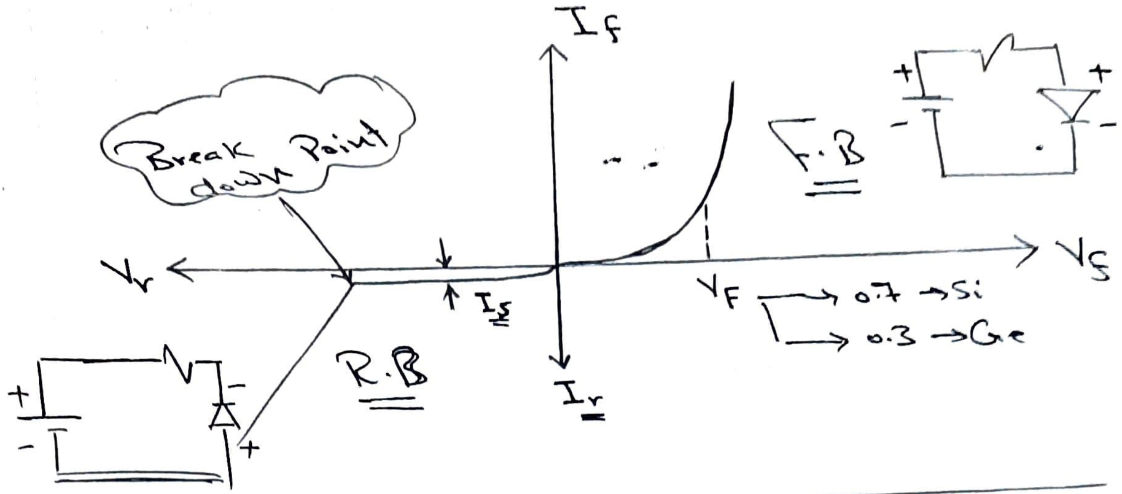
← يحدث تجاذب بين كل من أقطاب البطارية والـ e والفجوات

← لا يمر تيار كهربائي

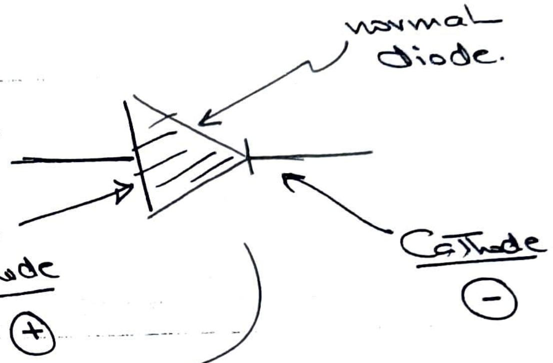
← إذا طبق جهد كبير جداً - تنكسر منطقة العازل ويبدأ التيار بالمرور ولكنه في الاتجاه السالب



* VI Characteristic for P-N Junction :-


If
Break down Point
F.B
+
-
+
-
Vr
Vf
Is
VF
0.7 → Si
0.3 → Ge
R.B
Ir
+
-
-
+

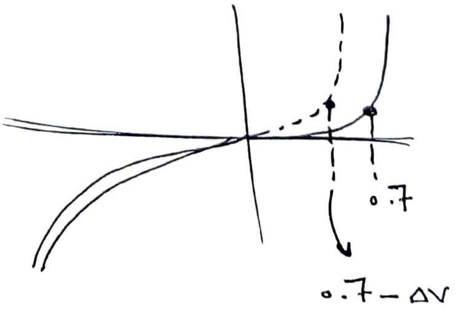
Symbol "diode"


normal diode.
Anode
+
Cathode
-

شكل ال diode
في الدوائر

Temperature effect

The barrier Potential decreased by 2mV for each degree increase in Temperature



Basic electronics

Lec
②

* Revision on:-

KVL , KCL ✓

* Chapter ② :- Diode APPlication

→ Diode approximation ✓

→ Problems ← next Lec.

→ AND/OR Gate

→ Half-Wave Rectifier , Full Wave Rect.

→ Clippers

→ Clampers.

→ Zener diode

→ Multiplier Circuits.

[redacted]

[redacted]

Revision → كل الدوائر الالكترونية [redacted]

- Any electric Circuits Contain :-

Passive elements

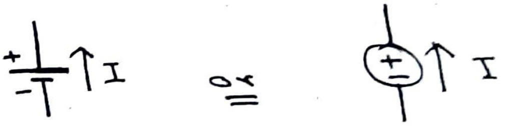
التيار يسير من القطب الموجب ⊕ إلى السالب

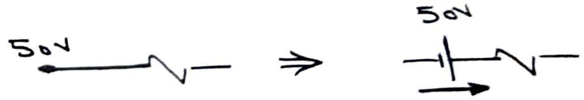
Active elements

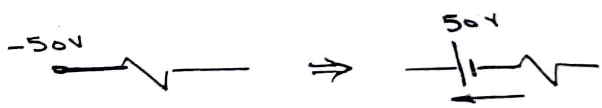
التيار يسير من القطب السالب للموجب

- **Active elements :-**

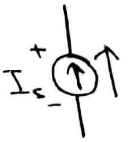
→ **Voltage source :-** وحدة القياس «V»







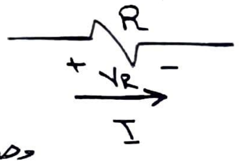
→ **Current Source :-**



وحدة القياس «A»

- **Passive elements :-** «R و L و C»

→ Resistors "R" :-



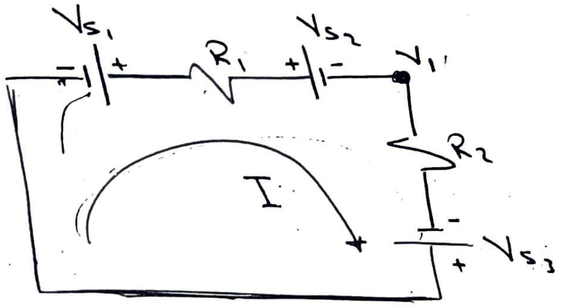
∴ $\boxed{V_R = I\,R}$ → وحدة القياس "Ω"

● Electric Circuits :-

التيار في الدوائر الكهربية يسير من الجهد العالي للجهد الأقل .

➡ KVL :- $\sum V = \text{Zero}$ → كل عنصر يؤخذ بإشارته على حسب مرور التيار

Circuit ① :-



∴ $-V_{s_1} + IR_1 + V_{s_2} + IR_2 - V_{s_3} = 0$.

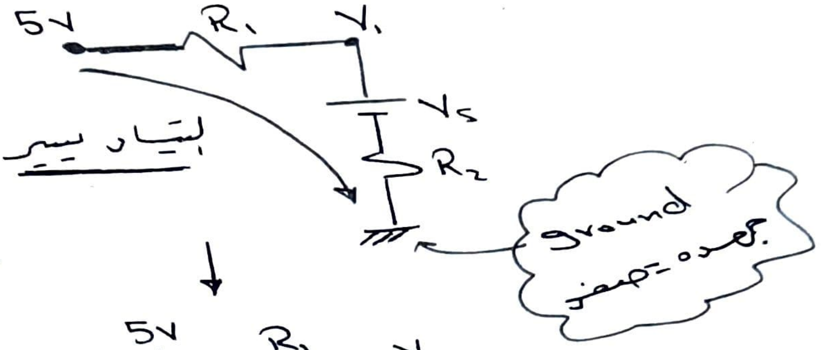
$\boxed{\text{To Find } V_1}$:-

$$-V_{s_1} + IR_1 + V_{s_2} + V_1 = 0$$

or

$$V_1 = IR_2 - V_{s_3}$$

Circuit ② :-

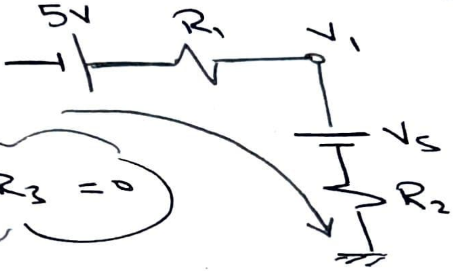

5V
R₁
V₁
Vs
R₂
ground
جهد = صفر

التيار يسير من الجهد العالي للجهد الأقل

$5 = IR_1 + V_s + IR_2$

نقطة جهد البداية

or :-


5V
R₁
V₁
Vs
R₂

$\therefore -5 + IR_1 + V_s + IR_3 = 0$

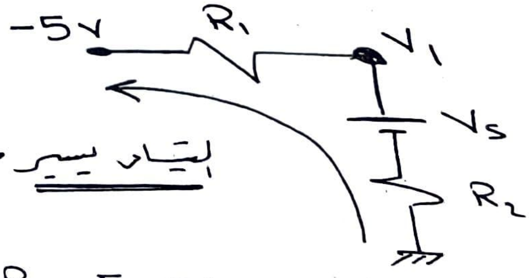
To Find V_1 :-

$-5 + IR_1 + V_1 = 0$ or $\boxed{5 = IR_1 + V_1}$

or

$V_1 = V_s + IR_2$

Circuit ③ :-

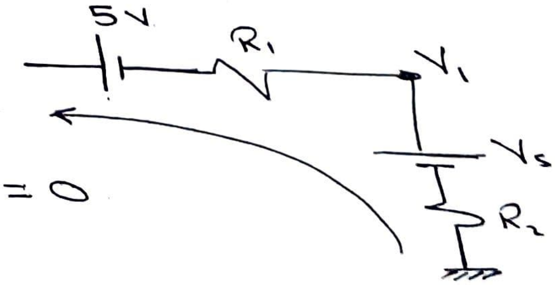

-5V
R₁
V₁
Vs
R₂

التيار يسير من الجهد العالي للجهد الأقل

$0 = IR_2 - V_s + IR_1 - 5 = 0$

نقطة جهد البداية

or :-


5V
R₁
V₁
Vs
R₂

$IR_2 + V_s + IR_1 - 5 = 0$

$\boxed{\text{To Find } V_1}$:-

$$\underline{0 = IR_2 - V_s + V_1}$$

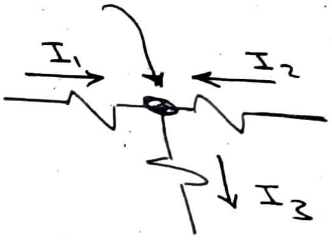
$\underline{\underline{or}}$

$$\underline{V_1 = IR_1 - 5}$$

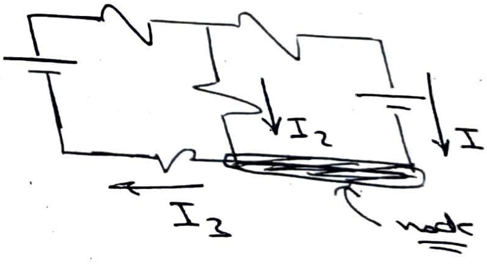
- **KCL** :-

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$ at any node.

node ⇒ نقطة تلاقي أكثر من عنصرين



$$I_1 + I_2 = I_3$$



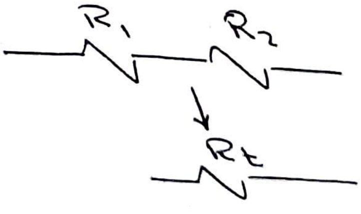
I_2
I_1
I_3
node

∴ $I_1 + I_2 = I_3$

---

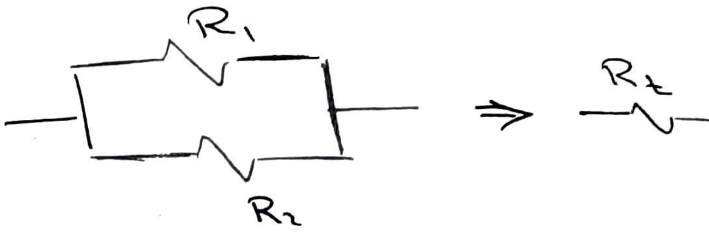
notes
هامة جداً :-

1 ∴ $\boxed{R_t = R_1 + R_2}$



2

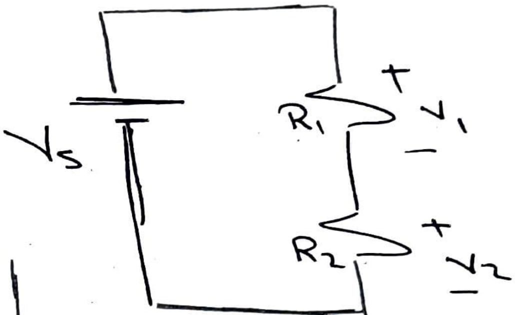
$$\boxed{R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1+R_2}}$$



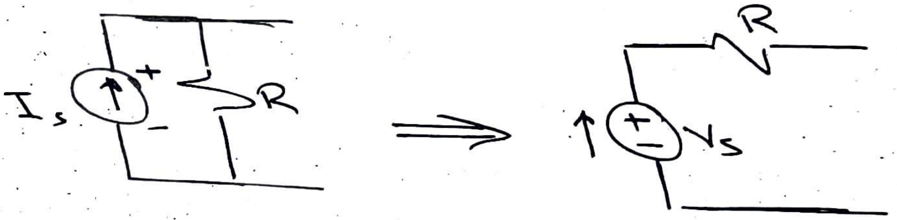
3

$$\therefore \boxed{V_1 = V_s * \frac{R_1}{R_1+R_2}}$$

$$\boxed{V_2 = V_s * \frac{R_2}{R_1+R_2}}$$


Vs
R₁
+
V₁
−
R₂
+
V₂
−

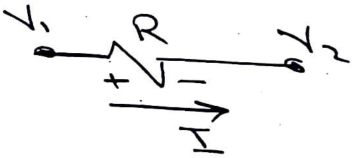
4



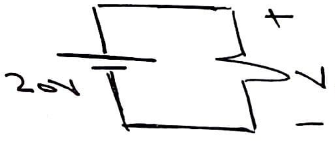
$$\therefore \boxed{V_s = I_s R}$$

5

$$\therefore \boxed{I = \frac{V_1 - V_2}{R}}$$



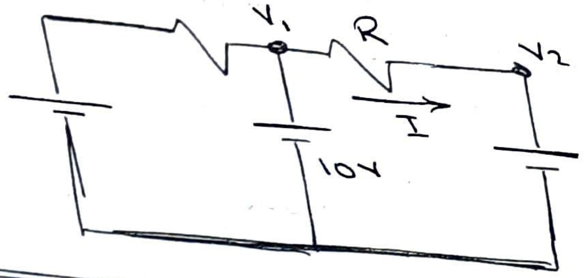
6



الجهــود على الأفرع المتوازية متساوية

$$\therefore \boxed{V_1 = 20\,V}$$

$\boxed{7}$

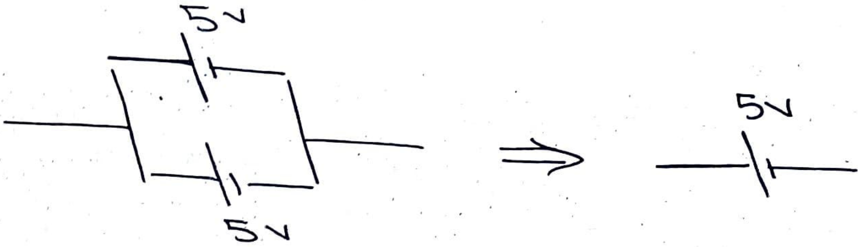


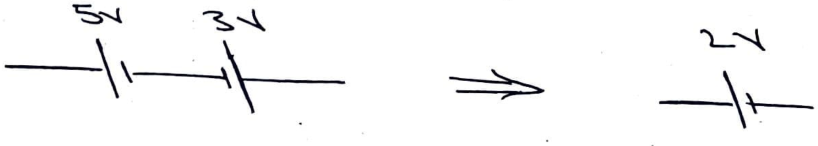
V_1
R
V_2
I
10V
5V

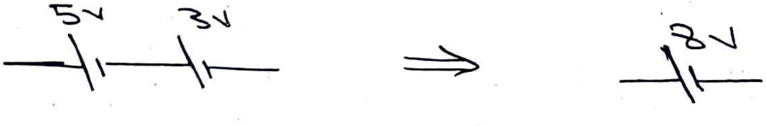
$$\therefore \boxed{V_1 = 10V} \qquad \boxed{V_2 = 5V}$$

$$\therefore \boxed{I = \frac{V_1 - V_2}{R}}$$

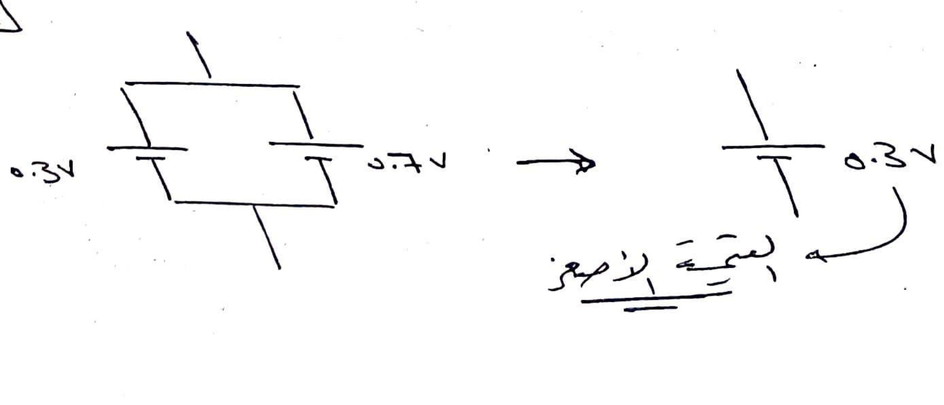
$\boxed{8}$







$\boxed{9}$

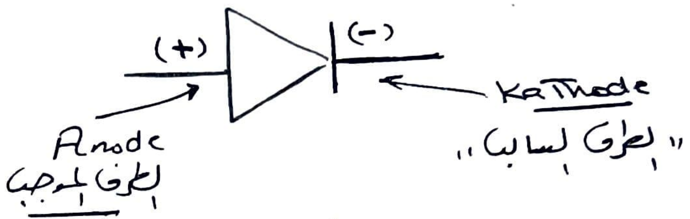


0.3V
0.7V
0.3V
القيمة الأصغر

Chapter ②

Diode Applications

* Diode Approximation :-


(+)
(-)
Anode
الطرف الموجب
KaThode
«الطرف السالب»

ال «diode» يعمل في منطقتين :-

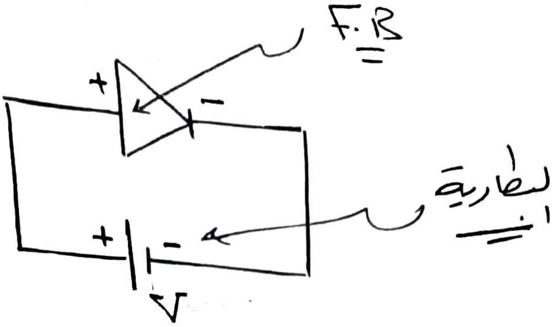
F.B
«On»

R.B
«off»

⑴ Forward Bias «F.B»

بيكون ال diode متوصل توصيل أمامي لو موجب البطارية مع موجب ال diode وسالب البطارية مع سالب ال diode وفي الحالة دي بنشيل ال diode ونحط مكانه على حسب المادة المصنع منها ال diode

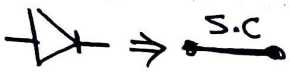
S.C
بطارية 0.7
بطارية 0.3



لو كان الـ diode

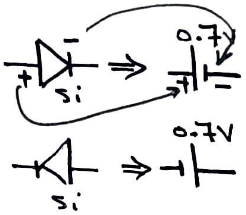
Ideal

في حالة دي هشيله وهحط مكانه Short Circuit



لو كان مصنوع من الـ Si

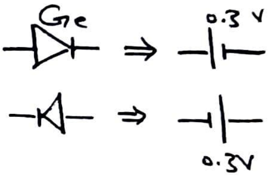
في حالة دي هشيله وهحط مكانه بطارية (0.7V)



بس ضروري تكون V قيمتها أكبر من 0.7V

لو كان مصنوع من Ge

في حالة دي هشيله وهحط مكانه بطارية 0.3V



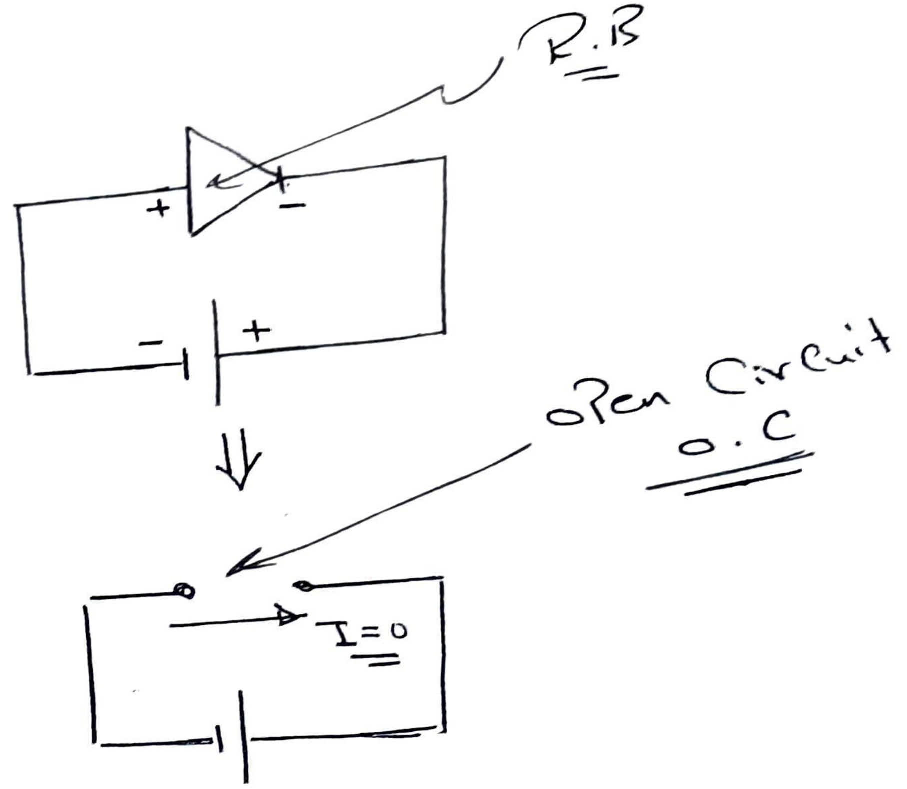
ضروري تكون V قيمتها أكبر من 0.3V

[2] Reverse Bias "R.B"

* بيكون الـ diode متوصل R.B لو موجب البطارية مع سالب الـ diode و سالب البطارية مع موجب الـ diode

* وفي حالة دي بشيل الـ diode وبحط مكانه ← Open Circuit

أياً كان نوعه (Ge , Si , Ideal)



Problems :-

أول نوع من المسائل في هذا الـ Chapter عبارة عن
دائرة كهربية بها :-

- بطارية "dc" بقيمة ثابتة،
- مجموعة من المقاومات
- مجموعة من الـ diode أياً كان نوعها

المطلوب :- إيجاد قيمة التيار أو الجهد على أي عنصر
من الدائرة .

خطوات الحل :-

① هنشوف الأول حالة الـ diode هل هو F.B
أو R.B زي ما شرحنا قبل كده .

② هشيل الـ diode وهحط مكانه الدائرة المكافئة بتاعته

يعني :-

لو F.B هشيله وهحط
→ ideal ← S.C
→ Si ← بطارية 0.7
→ Ge ← بطارية 0.3

لو R.B هشيله وهحط مكانه ← O.C

③ هعمل KVL لإيجاد قيمة التيار في الدائرة

④ هنقوم بإيجاد قيمة الجهد على المقاومة حيث

$$\boxed{V_R = I * R}$$ "قانون أوم"

المسائل -

in next Lec.