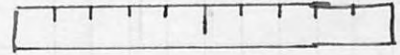
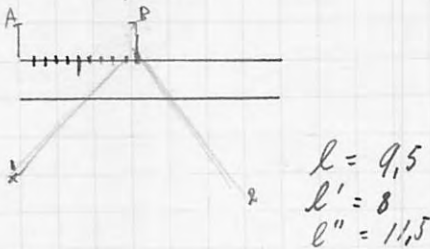


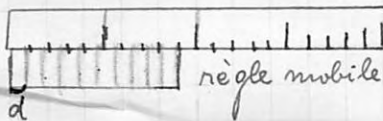
Mesures de longueur.

- 1) mesure par le mètre. a) au moyen de tige.
 b) ——— m. à articulation.

Erreur de parallaxe.



- 2) mesure au Vernier rectiligne.
 mesure au dixième de mm.

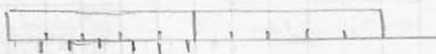


règle fixe.
 10 divis. de la règle mobile = 9 mm.
 $10d = 9$
 $d = \frac{9}{10}$ mm.

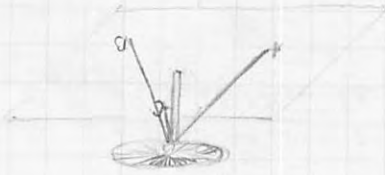
Chaque division de l'échelle mobile introduit une différence de $\frac{1}{10}$ de mm avec les divisions de l'échelle fixe.

Donc n divisions de l'échelle mobile introduisons une différence de $\frac{n}{10}$ de mm.

Lecture. On lit la division de l'échelle mobile limitée exactement par un trait millimétrique de l'échelle fixe. Soit n ce nombre. La longueur mesurée est égale à un nombre x de mm plus $\frac{n}{10}$ de mm.



J'ai doute entre le 4^e et le 5^e trait.
 alors il faut considérer la distance au 3^e et au 7^e.



- Applications.
1. dans un grand nombre d'appareils
 1. microscope (mise au point)
 2. machine à diviser
 2. Le sphéromètre; il sert à mesurer les rayons de courbure des miroirs, de lentilles.

1. le nombre de mm
2. ——— de divisions sur le tambour.

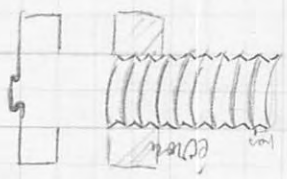
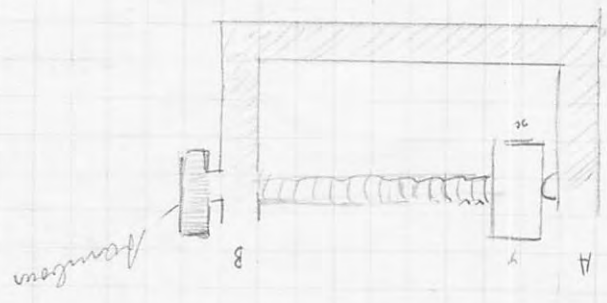
On lit

si nous faisons 1 tour complet, l'aiguille ne s'est déplacée que de 1 mm.

si nous faisons le centième du tour du tambour subdivisé en 100 parties égales de $\frac{1}{100}$ de mm.

si nous faisons tourner le tambour de 1 division, la vis se déplace

de $\frac{1}{100}$ de mm.



1. l'échelle de vis
 2. le pas de vis (distance de 2 parties voisines)
- mesure au centième de mm.
- vis micrométrique, micromètre.
- dans une vis nous distinguons

Le cathétomètre.

But. De mesurer ^{des} distances verticales de 2 points jusqu'au $\frac{1}{10}$ de mm.

Manif. du 7.10.36. I^eB.

Mesure des grandeurs qui caractérisent le courant électrique et de la grandeur qui caractérise le conducteur.

1° I intensité expr. en Ampères.

2° E force électro-motrice Volt.
ou tension

3° Grand. qui caract. le conducteur: R résistance électrique Ohm
 ω

Loi de la résistance.

R dépend a) de la nature du conducteur

b) — longueur l .

c) — section s

$$R = n \frac{l}{s}$$

$$l = 1m$$

$$s = 1mm^2$$

$$R = n$$

n est la résistance spécifique, résistivité
 $\frac{1}{n}$ conductivité

$$\left\{ \begin{array}{ll} R & \omega \\ l & m \\ s & mm^2 \end{array} \right.$$

Trouver la résistance électr. d'un fil de cuivre d'une longueur de 500m et d'un diamètre de 1,8mm

$$R = n \frac{l}{s}$$

$$\phi = 1.8mm$$

$n = 0,018$ pour le cuivre.

$$\pi r^2 = \pi \times 0,9^2$$

$$R = 0,018 \cdot \frac{500}{\pi \times 0,9^2} \omega$$

~~3,1416~~

1) Trouver la longueur d'un fil de diamètre donné, de résistance spécifique donnée et de résistance déterminée.

J'ai du fil de ϕ de 2mm. Quelle doit être la longueur de fil à employer pour fabriquer une résistance de 1000 Ω .

$$R = m \frac{\rho}{S}$$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{1000 \times \pi \times 1^2}{0,11}$$

2) Quel est le diamètre d'un fil de nichol de resist. 0,50. l = 2000

$$R = 50 \Omega$$

$$R = m \frac{\rho}{S}$$

$$S = \frac{\rho \cdot l}{R} ; S = \frac{0,5 \times 2000}{50} = 20 \text{ mm}^2 \Rightarrow \phi = 2,5 \text{ mm}$$

3) Déterminer la résistance d'un fil métallique dont la longueur est de 1000m et ϕ 2mm. La résistance totale = 80 Ω ?

$$R = m \frac{\rho}{S}$$

$$m = \frac{R \cdot S}{\rho} ; m = \frac{80 \times 3,14 \times 10^6}{628} = \frac{20}{1} = 0,4$$

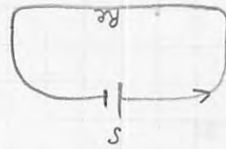
R est mesurée par comparaison à des résistances déterminées. loi générale qui relie I, E, et R. ou loi d'Ohm.

$$I = \frac{E}{R}$$

I amp.
E volt
R Ohm.

$$R = R_e + R_i$$

2 résistances : Résistance (externe/interne) R interne, R externe.

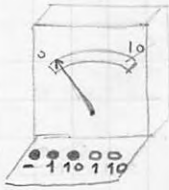


Mesure de I .

I est mesuré en ampères au moyen d'un ampère-mètre.

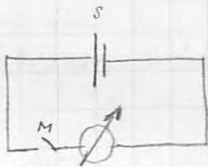
Mesure de E .

E volts voltmètre.



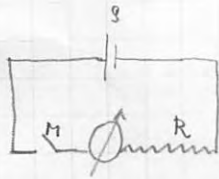
miroir pour éviter la parallaxe.

I	=	1		$\frac{1}{100}$ mA
II	=	10		$\frac{1}{10}$ mA
III	=	1		$\frac{1}{100}$ V
IV	=	10		$\frac{1}{10}$ V.



M manipulateur
disjoncteur
contacteur

Instrument pour mesurer les Voltmètres.



Instrument pour mesurer les Ampèremètres.

R = résistance, il faut toujours l'intercaler pour l'ampérage.

On peut détériorer : 1. l'appareil

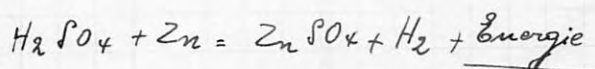
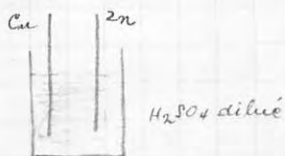
2. la source court-circuit.

$$I = \frac{E}{R_i + R_e}$$

I devient grand, si la R est très faible.

ex. $\frac{2V}{0,02 \Omega}$; $I = \frac{2}{0,02} = 100 \text{ A}$ énorme!

A. Pile de Volta.



cas ordinaire : dégagement de chaleur

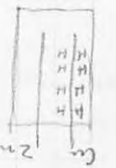
Volta : quantité de chaleur plus petite,

le reste c'est de l'électricité.

Nous mesurons dans la pile

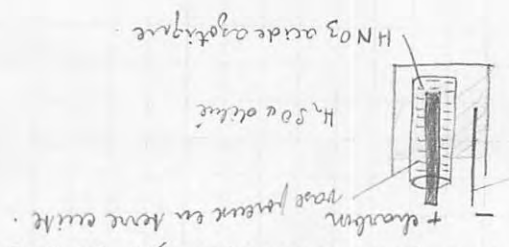
- I la tension
- II avec une résistance ext. I interne
- III diminuée Re : I augmente
- IV Rapprochement des pôles : I augmente.
- V Polarisation dans la pile.

La polarisation a pour effet une diminution de courant par un dépôt de H sur l'électrode ou sur le revêtement (monteur)



pile négative en zinc

B. Pile de Daniell à l'acide azotique.



Le courant presque nul car HNO3 oxyde de H.

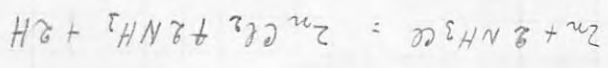
C.

Pile de Leclanche



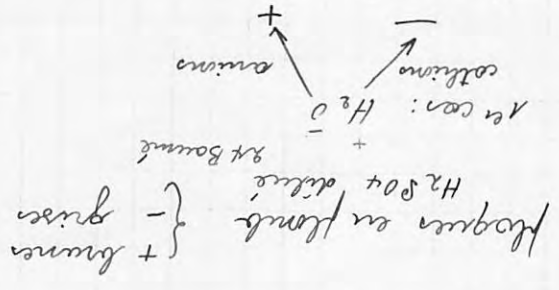
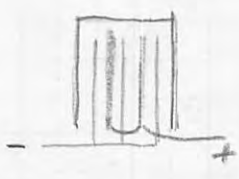
pile sèche

NH3 HCl chlorhydrate d'ammonium
NH4Cl chlorure d'ammonium
Fabrication



1. Accumulateur.

Les 2 électrodes par se toucher.



Heat diffusible, cette dans la pile, forme O forme PbO2 (brown) Microscopie réversible

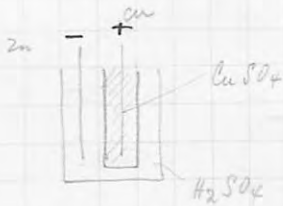
Hot 0, minimum et maximum de courant

Notion : Niveau en plomb, plomb au centre, plomb périphérique

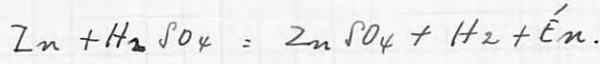
+ Niveau de plomb avec PbO2 dans les cellules.

Pile Daniel.

se rapproche de l'élément Volta.



CuSO_4 s'empare de H



CuSO_4 peut être régénéré, en tout cas le cuivre;
 Dans les stations de ch. de fer pour la télégraphie.



le CuSO_4 est le dépolarisant,
 rapproche l' H .
 plomb pas attaqué par H_2SO_4

la d. de CuSO_4 est $>$. donc il se dépose
 'en fond.

suite de l'accu

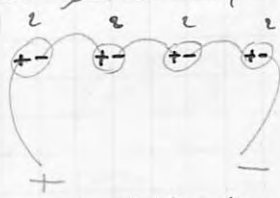
$E = 2\text{V}$; résistance faible, I peut devenir grand.

tension moyenne: 2 Volt.

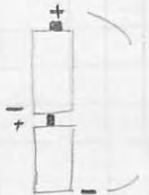
il faut intercaler une résistance,

Grouperment des sources.

1. Grouperment en série (Serienschaltung)

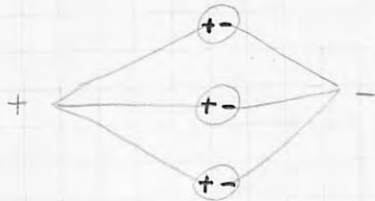


augmente la tension.

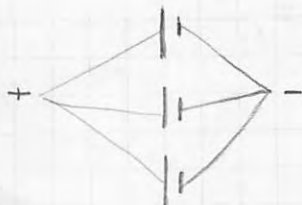


$E = 8\text{V}$ de la tension. pour n éléments
 $E = n \times 2\text{V}$

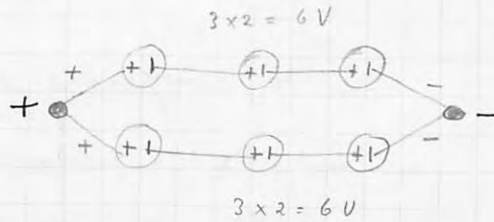
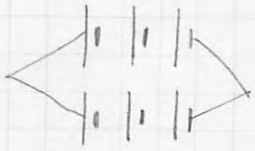
2. Grouperment en parallèle (Parallelschaltung)



tension toujours 2 V.
 Intensité plus grande.



3. Groupement mixte.



On peut augmenter la tension et l'intensité

Application.

Trouvons l'intensité d'un courant fourni par 10 éléments Bunsen : $e = 1,8 \text{ V}$

$$r_i = 0,5 \Omega$$

- a) les éléments étant groupés en séries
 b) parallèles.

La résistance extérieure est fournie par un fil de nicheline

d'une longueur de 31,4 m d'un diamètre de 2 mm.
 Rés. spéf. $n = 0,4$

a)

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E}{R_e + R_i}$$

$$I = \frac{n \times e}{R_e + n \times r_i}$$

$$I = \frac{10 \times 1,8}{4 + 10 \times 0,5} = \frac{18}{9} = 2 \text{ Ampères.}$$



$$I = n e$$

$$R_i = n \times r_i$$

$$S = \pi r^2$$

$$R_e = n \frac{l}{S} = 0,4 \frac{31,4}{3,14} = 0,4 \times 10 = 4 \Omega$$

b)

$$I = \frac{E}{R_e + R_i}$$

$$I = \frac{e}{R_e + \frac{r_i}{n}}$$

$$I = \frac{1,8}{4 + \frac{0,5}{10}} = \frac{1,8}{4,05} = 0,44 \text{ Ampères.}$$



petit ampérage car résist est grand

1. Montage
2. Mise en circuit
3. Mesure de E
4. ———— $- I$
 - a) avec $Zn + Cu$ 1,06
 - b) avec $Zn + Charb.$ 1,66.

(effet de la polaris.)
affaiblissement de I .
5. Variation de la dist. des électrodes.
" " " résist. intérieure.
" " " donc variation de I .

6. Groupement en série, en //, avec mesure de E .

Mesure sur l'élément Daniell

25. 11. 36

1. Montage
2. Mise en circ.
3. Mesure de E 1V
4. ———— $- I$
 - avec résistance 0,1 A
 - plus de " 0,2 A
 - " " 0,22 A
 - " " très grande

int. et varie avec la rés. ext.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E}{R_e + R_i}$$

Pile Leclanché

1. Montage
2. Mise en circuit
3. Mesure de E 1,5V

Forte polaris.

2. 11. 36

Pile Leclanché

Détermin. de la résist. intérieure d'un élément.

1. Mesure de E 1,4 Volt. $I = 0,7 A$.
2. Calcul de la résistance d'un fil de fer.

$$r_e = \frac{\rho}{s} \cdot l$$

mesure de $l = 2,07 \text{ cm}$.

mesure de ϕ (vis microm.) = 0,5 mm

$$s = \pi r^2$$

ensuite mes. de r_e

on aura r en Ω

3. Mesure de I avec la résistance r .

$$I = \frac{E}{r_e + r_i} ; \quad I \cdot (r_e) + I \cdot (r_i) = E$$

$$I r_i = E - I r_e$$

$$r_i = \frac{E - I r_e}{I}$$

$$l = 2,07 \text{ m.}$$

$$r = 0,25 \text{ mm.}$$

$$n = 0,1.$$

$$r_e = \frac{0,10 \times 2,07}{0,19625} = \frac{0,207}{0,19625} = 1,05 \ \Omega$$

$$I = \frac{E}{r_e + r_i} ; \quad r_i = \frac{E - I r_e}{I}$$

$$r_i = \frac{1,4 - 0,7 \times 1,05}{0,7} = \frac{1,4 - 0,735}{0,7} = \frac{0,665}{0,7}$$

$$r_i = 0,95 \ \Omega$$

$$\begin{array}{r} 0,0625 \\ 3,16 \\ \hline 2520 \\ 625 \\ \hline 1845 \\ 0,19625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,20700 \mid 0,19625 \\ \hline 19625 \\ \hline 107500 \end{array}$$

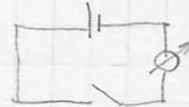
$$\begin{array}{r} 1,4 \\ 0,735 \\ \hline 0,665 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,665 \mid 0,7 \\ \hline 63 \\ \hline 35 \end{array}$$

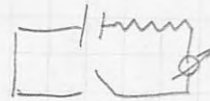
Accumulateur.

pole + : rouge,

- 1° Mesure de E.
- 2° Mesure de I à travers une résistance R_e
- 3° Calcul de la résistance R_e
- 4° Détermination de R_e par la loi d'Ohm en négligeant la résistance intérieure.



$$E = 1,9 \text{ Volt}$$



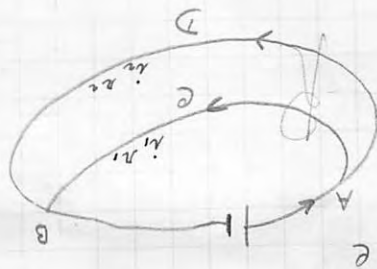
$$I = 0,27 \text{ Amp.}$$

avec la moitié du fil
: 0,54 Amps
(l = 1,14 m)

diam. du fil : 0,4 mm
longueur du fil = 2,28 m

6.1.37.

Courants dérivés.



~~avec les points A et B.~~

$$I = \frac{E}{R} = \frac{E}{R_e + R_i}$$

$$\frac{E}{R_e + 0,04} = \frac{I}{I}$$

$$R_e = \frac{1,9}{0,27} - 0,04 = 7,03 - 0,04 = 6,99$$

$$\Delta = \pi R^2$$

$$\Delta = \pi \times 0,04$$

$$\Delta = 0,1986 \text{ mm}^2$$

$$6,99 = R \frac{2,28}{0,1986}$$

$$6,99 \times 0,1986 = 2,28 R$$

$$R = \frac{6,99 \times 0,1986}{2,28} = 0,59$$

$$R_e = 0,38$$

$$\frac{1,90}{0,27} = 7,03$$

$$\frac{6,99}{0,04} = 174,75$$

2,28	0,875	1,983
2,28	688	1,576
4,56	14930	3,152
4,56	1844	4,044
9,12	1844	8,60

0,44

(I)

$$I = i_1 + i_2$$

$$p \cdot ex = 15 = 10 + 5$$

Wendepunkt

(II) calcul de la résistance totale (R) des circuits dérivés.

entre A et B tension : E

$$i_1 = \frac{E}{R_1} \quad ; \quad E = i_1 \times R_1$$

$$i_2 = \frac{E}{R_2} \quad ; \quad E = i_2 \times R_2$$

$$i_1 R_1 = i_2 R_2$$

$$i_1 = \frac{i_2 R_2}{R_1}$$

$$i_2 = \frac{i_1 R_1}{R_2}$$

$$\frac{i_1 + i_2}{I} = \frac{\frac{i_1 R_1}{R_2} + i_1}{I}$$

$$i_1 = \frac{I}{\frac{R_1}{R_2} + 1} \times R_2$$

$$i_2 = \frac{I}{\frac{R_2}{R_1} + 1} \times R_1$$

(III) Calcul des intensités dans les bifurcations

$$I = \frac{E}{R} \quad ; \quad E = I \cdot R$$

$$\frac{E}{I} = \frac{R}{\frac{i_1 + i_2}{I}} = \frac{R}{\frac{i_1}{I} + \frac{i_2}{I}}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$$

d'où R

$$\frac{1}{R} = \sum \left(\frac{1}{r} \right) \text{ somme des } \frac{1}{r}$$

Problème.

Une dynamo fournit du courant de 120 V dans une conduite formée par deux ^{circuits} dérivés de résist. $r_1 = 12 \Omega$
 $r_2 = 8 \Omega$

On demande 1° la résistance totale du circuit dérivé
2° les intensités partielles dans chaque dérivé.
3° l'intensité totale du courant fourni.

$$1^\circ \quad I = i_1 + i_2 = \sum (i)$$

$$2^\circ \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \sum \left(\frac{1}{r} \right)$$

$$3^\circ \quad \left\{ \begin{array}{l} i_1 = \frac{I}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} \times \frac{1}{r_1} \\ i_2 = \frac{I}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} \times \frac{1}{r_2} \end{array} \right.$$

$$2^\circ \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{12} + \frac{1}{8} = \frac{2+3}{24} = \frac{5}{24}$$

$$R = \frac{24}{5} = 4,8 \Omega$$

$$3^\circ \quad i_1 = \frac{25}{\frac{5}{24}} \times \frac{1}{12}$$

$$= \frac{25 \times 24}{5 \times 12} = 10 \text{ A.}$$

$$i_2 = \frac{25}{\frac{5}{24}} \times \frac{1}{8} = \frac{25 \times 24}{5 \times 8} = 15 \text{ A.}$$

pour trouver I ; $I = \frac{e}{R} = \frac{120}{4,8} = \frac{120 \times 25}{24} = 25 \text{ A.}$

Problème

Une dynamo fournit du courant de 240 V dans un circuit dérivé formé par 3 résistances de 15, 12, 18 Ω. Il y a en outre dans ce circuit des résistances au total de 5 Ω

On demande 1° la résistance totale

2° intensité totale

3° les intensités partielles dans les bifurcations.

1° Résistance totale des bif.

$$\frac{1}{R} = \sum \left(\frac{1}{r} \right)$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{15} + \frac{1}{12} + \frac{1}{18} = \frac{18+15+10}{180} = \frac{37}{180}$$

$$R = \frac{180}{37}$$

2° Résistance totale du circuit

$$R_t = \frac{180}{37} + 5 \text{ } \Omega$$

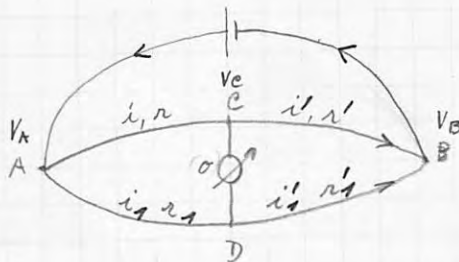
$$3^\circ \quad I = \frac{e}{R_t} = \frac{240}{\frac{180}{37} + 5} = \frac{240}{\frac{180+185}{37}} = \frac{240}{\frac{365}{37}} \text{ A}$$

$$4^\circ \quad i_1 = \frac{I}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}} \times \frac{1}{r_1} = \frac{\frac{240 \times 37}{365}}{\frac{37}{180}} \times \frac{1}{15}$$

$$i_2 = \frac{\frac{240 \times 37}{365}}{\frac{37}{180}} \times \frac{1}{12}$$

$$i_3 = \frac{\frac{240 \times 37}{365}}{\frac{37}{180}} \times \frac{1}{18}$$

Pont de Wheatstone.



Si aucun courant ne passe de C vers D ou inv. (galvanom. ne bouge pas)

$$i = i'$$

$$i_1 = i'_1$$

$V_C = V_D$
I pour AC $i = \frac{V_A - V_C}{r}$

$$i = \frac{V_C - V_B}{r'}$$

$$II \quad i_1 = \frac{V_A - V_D}{r_1} = \frac{V_D - V_B}{r'_1}$$

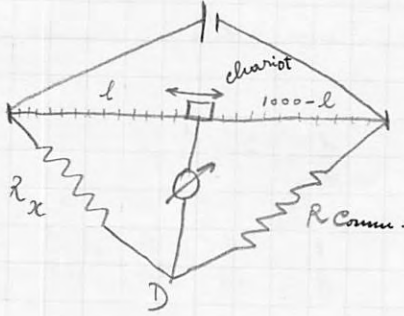
$$(I) \quad i = \frac{V_A - V_C}{r} = \frac{V_C - V_B}{r'}$$

car $V_C = V_D$

$$(II) \quad i_1 = \frac{V_A - V_C}{r_1} = \frac{V_C - V_B}{r'_1}$$

$$\frac{r}{r_1} = \frac{r'}{r'_1}$$

les résistances sont proportionnelles.



$$r = n \frac{l}{s}$$

$$r' = n \frac{1000-l}{s}$$

$$\frac{r}{r'} = \frac{1000-l}{s}$$

$$\frac{R_x}{r} = \frac{R_c}{r'}$$

$$\frac{R_x}{R_c} = \frac{r}{r'} = \frac{1000-l}{s}$$

$$R_x = \frac{l}{1000-l} \cdot R_c$$

Manipulation.

~~Je lis~~ $\frac{R_x}{649} = \frac{10}{351}$

$$R_x = \frac{6490}{351}$$

$$\frac{R_x}{835} = \frac{400}{165}$$

$$R_x = \frac{334000}{165} = 2024 \Omega$$

$$\begin{array}{r} 6490 \\ - 351 \\ \hline 2580 \\ 08 \end{array} \Bigg| \begin{array}{l} 351 \\ 18 \end{array}$$

D	g.	25	93
		40	
		50	
		60	
		70	
		80	
82			

~~R_{xc}~~

$$R_{xc} = \frac{l}{l} \times R_c = 1000 - 6$$

$$R_{xc} = \frac{820}{820} \times 180 = 180$$

8200	18
42	145,5
100	90
90	400

$$R_x = \frac{910}{910} \times 100 = 100$$

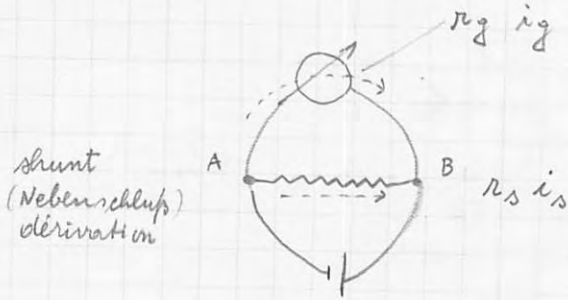
540	46
46	1
80	

$$R_x = \frac{460}{540} \times 100 = 85,2$$

$$R_x = \frac{551,5}{448,5} \times 100 = 122,8$$

D	g.	90	93
		70	
		60	
		50	
		45	
		44,85	

Shuntage des Galvanometres.



$$\begin{aligned}
 r_s &= \frac{1}{9} r_g \\
 r_s &= \frac{1}{99} r_g \\
 r_s &= \frac{1}{999} r_g
 \end{aligned}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}
 \begin{array}{l}
 I = i_g + i_s \\
 i_g \times r_g = i_s \times r_s \\
 1) \quad r_s = \frac{1}{9} r_g
 \end{array}
 \quad \left| \quad \frac{i_g}{\frac{1}{r_g}} = \frac{i_s}{\frac{1}{r_s}} = \frac{i_g + i_s}{\frac{1}{r_g}} = \frac{I}{\frac{1}{r_g}}$$

$$\begin{aligned}
 \left(\frac{i_g}{\frac{1}{r_g}} \right) &= \frac{i_s}{\frac{1}{r_s}} \\
 &= \frac{i_s}{\frac{1}{r_g}} = \frac{i_g + i_s}{\frac{1}{r_g}} = \frac{I}{\frac{1}{r_g}}
 \end{aligned}$$

$$i_g = \frac{I}{10}$$

$$2) \quad r_s = \frac{1}{99} r_g$$

$$i_g = \frac{I}{100}$$

Un galvanomètre a une résist. $r_g = 1 \Omega$ et mesure de 0 à 100 mA (milli-amp)

Quelle résistance doit avoir un shunt pour étendre la mesure de mon instrument

de $\begin{cases} 0 \text{ à } 100.000 \text{ mA} \\ 0 \text{ à } 100 \text{ A} \end{cases}$

$$i_g = \frac{I}{1000} \quad (\text{extension } 1000 \times \text{ plus grande})$$

$$\begin{array}{c|c}
 i_g & r_g \\
 \hline
 i_s & r_s?
 \end{array}
 \quad \left| \quad
 \frac{i_g}{\frac{1}{r_g}} = \frac{i_s}{\frac{1}{r_s}} = \frac{I}{\frac{1}{r_g}}$$

$$\frac{i_g}{\frac{1}{r_g}} = \frac{i_s}{\frac{1}{r_s}} = \frac{I}{\frac{1}{r_g}}$$

$$\frac{I}{\frac{1}{r_g} + \frac{999}{r_g}} = \frac{I}{\frac{1}{r_g} + \frac{1}{r_s}}$$

$$\frac{1}{r_s} = \frac{999}{r_g}$$

$$r_s = \frac{r_g}{999} = \frac{1}{999} \Omega$$

Nous nous sommes servis d'un ampère-mètre de résistance intérieure $10\ \Omega$ indiquant les mA (milli A) de 0 à 100. Quelle est la résistance du shunt qui permet de mesurer de 0 à 1 A ; pour mesurer de 0 à 10 A.

$$\frac{i_g}{\frac{1}{r_g}} = \frac{i_s}{\frac{1}{r_s}} = \frac{i_g + i_s}{\frac{1}{r_g} + \frac{1}{r_s}} = \frac{I}{\frac{1}{r_g} + \frac{1}{r_s}}$$

0-100 mA. instr.
0-1000 mA extensim I
0-10.000 mA " II

$$i_g = \frac{I}{10}$$

$$\frac{1}{r_g} + \frac{1}{r_s} = \frac{10}{r_g}$$

$$\frac{1}{r_s} = \frac{9}{r_g}$$

$$r_s = \frac{r_g}{9} = \frac{10}{9} = 1\frac{1}{9}\ \Omega$$

2) $r_s = \frac{r_g}{99} = \frac{10}{99} = 0,101\ \Omega$