

SURVILLE
-BARLAN
D
Mickaël

Mercrèdi 30 Septembre 2026

DM Physique - Chimie

Note:

Observations:

Ex 1

1) On choisit le système de coordonnées cartésiennes.
($\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$)

$$\vec{E}(M) = E_x(x, y, z) \vec{e}_x + E_y(x, y, z) \vec{e}_y + E_z(x, y, z) \vec{e}_z$$

Etude des symétries:

- Le plan (M, $\vec{e}_x, \vec{e}_z$) est un plan de symétrie de la distribution de charges
- Le plan (M, $\vec{e}_x, \vec{e}_y$) est un plan de symétrie de la distribution de charges donc :

$$\vec{E}(M) = E_x(x, y, z) \vec{e}_x$$

Etude des invariances:

La distribution de charges est invariante pour toute translation selon $\vec{e}_z$ et pour toute rotation autour de l'axe (Oz) donc :

$$\boxed{\vec{E}(M) = E(x) \vec{e}_x}$$

2) On va prendre une surface cylindrique

Th de Gauss : $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \iint_{S_{\text{lat}}} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \iint_{S_{\text{sup}}} \vec{E} \cdot d\vec{S} + \iint_{S_{\text{inf}}} \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

Pour la surface supérieure et la surface inférieure $\vec{E} \perp d\vec{S}$

$$\Rightarrow \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0 \text{ donc il reste}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_{S_{\text{lat}}} \vec{E} \cdot d\vec{S} = E(x) \times 2\pi x H \text{ et } Q_{\text{int}} = Q$$

$$\text{donc } 2\pi x H E(x) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow E(x) = \frac{Q}{2\pi x H \epsilon_0}$$

Q3) On sait que $Q = C V(E)$ $C = \frac{Q}{V}$
 Or la capacité est positive or $Q > 0$ donc et
 comme $V_2 < V_1$ il faut que $V_1 - V_2 > 0$. Ainsi:

$$C_0 = \frac{Q}{V_1 - V_2}$$

$$Q.4) \text{ On a } \vec{E} = -\text{grad } V$$

$$E(x) = -\frac{dV}{dx}$$

$$\Rightarrow dV = -E(x) dx$$

$$\int_{V_1}^{V_2} dV = - \int_{a_1}^{a_2} \frac{Q}{2\pi H \epsilon_0} dx$$

$$V_2 - V_1 = -\frac{Q}{2\pi H \epsilon_0} \int_{a_1}^{a_2} \frac{1}{x} dx$$

$$V_2 - V_1 = -\frac{Q}{2\pi H \epsilon_0} \ln\left(\frac{a_2}{a_1}\right)$$

$$(x-1) \Rightarrow V_1 - V_2 = \frac{Q}{2\pi H \epsilon_0} \ln\left(\frac{a_2}{a_1}\right)$$

$$\text{donc } C_0 = \frac{2\pi \epsilon_0 H}{\ln\left(\frac{a_2}{a_1}\right)}$$

Q.5 Les deux parties du condensateur étant soumises à la même tension, elles sont équivalentes à deux condensateurs en parallèle, or en parallèle, les capacités s'additionnent donc

$$Q = Q_{\text{eau}} + Q_{\text{air}}$$

$$\begin{aligned} \text{et } Q &= CV \Leftrightarrow C = \frac{Q}{V} \\ &= \frac{Q_{\text{eau}} + Q_{\text{air}}}{V_1 - V_2} \\ &= \frac{Q_{\text{eau}}}{V_1 - V_2} + \frac{Q_{\text{air}}}{V_1 - V_2} \\ &= C_{\text{eau}} + C_{\text{air}} \end{aligned}$$

Conclusion $\boxed{C = C_{\text{eau}} + C_{\text{air}}} \quad (*)$

Q.6 D'après Q.4 on a $C_0 = \frac{2\pi\epsilon_0 H}{\ln\left(\frac{a_2}{a_1}\right)} \Leftrightarrow \ln\left(\frac{a_2}{a_1}\right) = \frac{2\pi\epsilon_0 H}{C_0}$

donc $C_{\text{eau}} = \frac{2\pi\epsilon h}{\ln\left(\frac{a_2}{a_1}\right)} = \frac{2\pi\epsilon h}{2\pi\epsilon_0 H} = C_0 \frac{h}{H} \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$ et

$$C_{\text{air}} = \frac{2\pi\epsilon_0 (H-h)}{\ln\left(\frac{a_2}{a_1}\right)} = \frac{2\pi\epsilon_0 (H-h)}{2\pi\epsilon_0 H} C_0 = C_0 \frac{H-h}{H}$$

d'après (*)

$$C = C_{\text{eau}} + C_{\text{air}}$$

$$= C_0 \left(\frac{h}{H} \frac{\epsilon}{\epsilon_0} + \frac{H-h}{H} \right)$$

$$= C_0 \left(\frac{h}{H} \frac{\epsilon}{\epsilon_0} + 1 - \frac{h}{H} \right)$$

$$= C_0 \left(\left(\frac{\epsilon}{H\epsilon_0} - \frac{1}{H} \right) h + 1 \right)$$

$$= C_0 \left(\left(\frac{\epsilon - \epsilon_0}{H\epsilon_0} \right) h + 1 \right) = C(Ah + B)$$

avec

$$\boxed{A = \frac{\epsilon - \epsilon_0}{H\epsilon_0}}$$

et

$$\boxed{B = 1}$$

7) 1^{ère} expérience: Les deux entrées de la porte sont reliées ensemble. On observe: Si $V_e = 0$, alors $V_s = V_{cc}$ et si $V_e = V_{cc}$, alors $V_s = 0$

Donc la porte réalise une fonction AND lorsque ses 2 entrées sont reliées ensemble. Cela est compatible avec un NAND ou NOR.

Deuxième expérience:

Une des entrées est reliée à la masse, donc elle vaut 0. On observe que la sortie reste toujours à V_{cc} , quelle que soit la valeur de l'autre entrée. Pour une NAND

$$S = \overline{A \cdot B} \quad \text{avec } B = 0 \quad S = \overline{A \cdot 0} = \overline{0} = 1$$

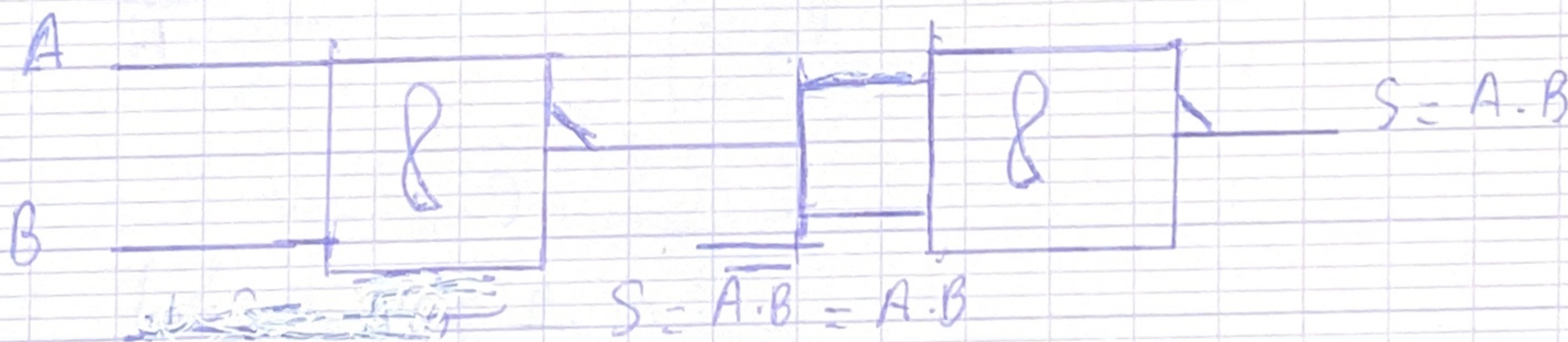
La porte est donc nécessairement une NAND.

Q 8, Porte NOT



A	$\bar{A}$
1	0
0	1

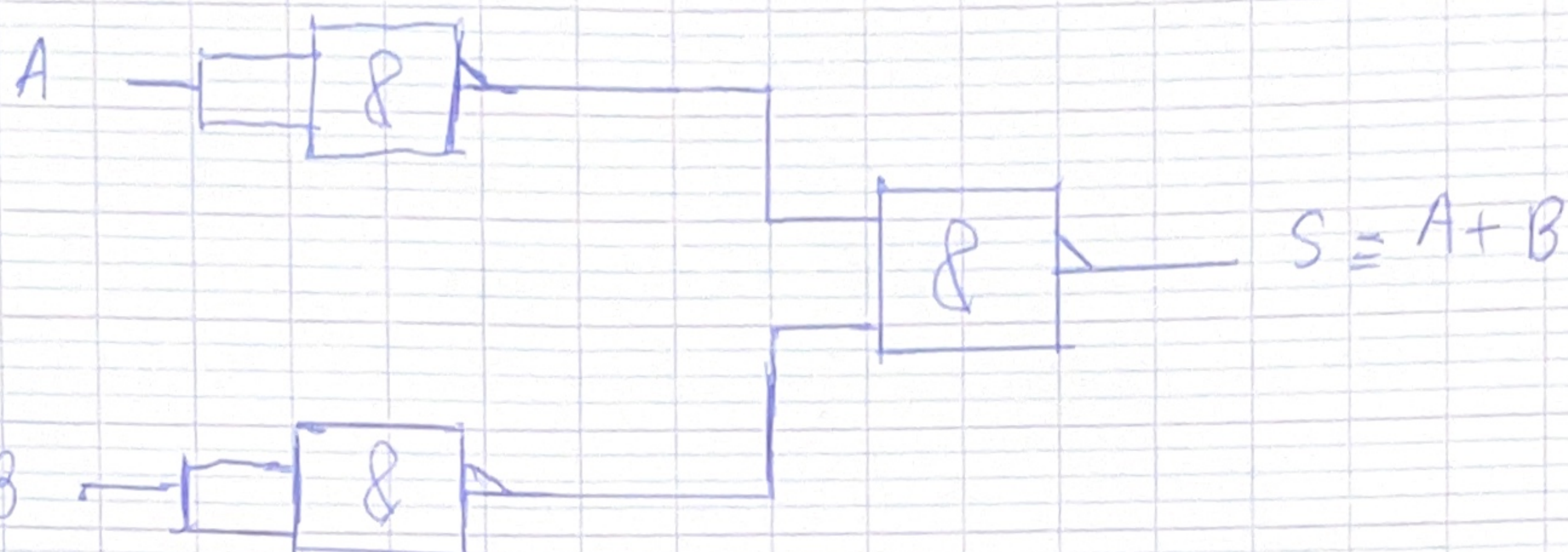
Porte AND



A	B	$\overline{A \cdot B}$	$S = A \cdot B$
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

SURVILLE-
BARLAND
Mickaël

Porte OR



A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$S = \overline{\bar{A} \cdot \bar{B}} = A + B$
0	0	1	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	1

Q.9

Le CD-4011 possède 14 broches. Pour fonctionner, il faut réserver : 2 broches pour l'alimentation V_{DD} et V_{SS} . Il reste donc $14 - 2 = 12$ broches.

Une porte NAND à 2 entrées nécessite 2 broches d'entrée, 1 broche de sortie soit 3 broches par portes. Le nombre maximal de portes est donc $\frac{12}{3} = 4$.

Le CD-4011 comporte au maximum 4 portes NAND à 2 entrées.