

Cahier d'entraînement

— réponses —



Margarita Philosophica de Gregor REISCH (1503)

Cette gravure représente Claude PTOLÉMÉE (100 – 168) aux côtés d'une femme symbolisant l'astronomie.

L'œuvre de Ptolémée, grand astronome, constitue un aboutissement des pratiques scientifiques de l'Antiquité : observation des astres, réflexion mathématique, pratique du calcul et mesures.

Page web du *Cahier d'entraînement*,
dernières versions



Ce cahier d'entraînement a été écrit collectivement par des professeurs en classes préparatoires scientifiques.

Coordination

Colas BARDAVID et Jimmy ROUSSEL

Équipe des participants

Stéphane BARGOT, Claire BOGGIO, Cécile BONNAND, Alexis BRÈS, Geoffroy BURGUNDER, Erwan CAPITAINE, Caroline CHEVALIER, Maxime DEFOSSEUX, Raphaëlle DELAGRANGE, Alexis DROUARD, Gaëlle DUMAS, Alexandre FAFIN, Jean-Julien FLECK, Aëla FORTUN, Florence GOUTVERG, Chahira HAJLAOUI, Mathieu HEBDING, Lucas HENRY, Didier HÉRISSON, Jean-Christophe IMBERT, Fanny JOSPITRE, Tom KRISTENSEN, Emmanuelle LAAGE, Catherine LAVAINNE, Maxence MIGUEL-BREBION, Anne-Sophie MOREAU, Louis PÉAULT, Isabelle QUINOT, Valentin QUINT, Alain ROBICHON, Caroline ROSSI-GENDRON, Nancy SAUSSAC, Anthony YIP

Le pictogramme 🕒 de l'horloge a été créé par Ralf SCHMITZER (The Noun Project).

Le pictogramme 🚜 du bulldozer a été créé par Ayub IRAWAN (The Noun Project).

L'illustration de la couverture vient de WIKIMEDIA.

Sommaire

1.	Conversions	1
2.	Signaux	2
3.	Étude des circuits électriques I	3
4.	Étude des circuits électriques II	4
5.	Étude des filtres	6
6.	Énergie et puissance électriques	8
7.	Amplificateurs linéaires intégrés	10
8.	Sources lumineuses et lois de Snell-Descartes	11
9.	Lentilles	12
10.	Cinématique	13
11.	Principe fondamental de la dynamique	15
12.	Approche énergétique en mécanique	16
13.	Moment cinétique	17
14.	Champ électrique	18
15.	Particule dans un champ électromagnétique	20
16.	Champ magnétique	21
17.	Induction	23
18.	Gaz parfaits	25
19.	Premier Principe	26
20.	Second principe et machines thermiques	27
21.	Statique des fluides	29
22.	Fondamentaux de la chimie des solutions	31
23.	Fondamentaux de la chimie en phase gazeuse	32
24.	Réactions chimiques	33
25.	Cinétique chimique	35
26.	Chiffres significatifs et incertitudes	36

Fiche n° 1. Conversions

Réponses

1.1 a) $1 \cdot 10^{-1} \text{ m}$	1.6 h) $1,67 \cdot 10^6 \text{ qg}$	1.13 a)..... $4,43 \cdot 10^{16} \text{ m}$
1.1 b) $2,5 \cdot 10^3 \text{ m}$	1.6 i) $9,10 \cdot 10^{-1} \text{ rg}$	1.13 b) $4,33 \cdot 10^{13} \text{ km}$
1.1 c) $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	1.6 j) $9,10 \cdot 10^2 \text{ qg}$	1.14 a) $10\,000 \text{ m}^2$
1.1 d) $7,2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$	1.7 a) 250 g	1.14 b) $0,01 \text{ km}^2$
1.1 e) $5,2 \cdot 10^{-12} \text{ m}$	1.7 b) 200 g	1.14 c) $6,72 \cdot 10^{11} \text{ m}^2$
1.1 f) $1,3 \cdot 10^{-14} \text{ m}$	1.7 c) 125 g	1.14 d) $6,72 \cdot 10^7 \text{ ha}$
1.2 a) $1,50 \cdot 10^5 \text{ m}$	1.7 d) 5 g	1.14 e) $5,89 \cdot 10^8 \text{ m}^2$
1.2 b) $7 \cdot 10^{-13} \text{ m}$	1.8 a) 10%	1.14 f) $5,89 \cdot 10^4 \text{ ha}$
1.2 c) $2,34 \text{ m}$	1.8 b) $0,7\%$	1.15 a) oui
1.2 d) $1,20 \cdot 10^{-7} \text{ m}$	1.8 c) 50%	1.15 b) oui
1.2 e) $2,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}$	1.8 d) 5%	1.16 a) $1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
1.2 f) $4,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$	1.8 e) 180%	1.16 b) 625 kg/m^3
1.3 a) $7,3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$	1.8 f) $0,5\%$	1.17 a) $7,87$
1.3 b) $2,6 \cdot 10^7 \text{ km/h}$	1.9 $5,2\%$	1.17 b) $1,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
1.4 $2,4 \text{ MJ}$	1.10 a) $1,03 \times 10^3 \text{ TWh}$	1.18 La boule en or
1.5 $5,5 \cdot 10^{-2} \Omega$	1.10 b) 722 TWh	1.19 non
1.6 a) $1,99 \cdot 10^6 \text{ Rg}$	1.10 c) 406 TWh	1.20 voiture
1.6 b) $1,99 \cdot 10^3 \text{ Qg}$	1.10 d) 113 TWh	1.21 a) 30 dm/s
1.6 c) $1,90 \cdot 10^3 \text{ Rg}$	1.10 e) 64 TWh	1.21 b) ... $1 \text{ année-lumière/an}$
1.6 d) $1,90 \text{ Qg}$	1.10 f) 62 TWh	1.22 a) $0,017 \text{ tr/min}$
1.6 e) $5,97 \text{ Rg}$	1.10 g) 41 TWh	1.22 b) $0,001\,7 \text{ rad/s}$
1.6 f) $5,97 \cdot 10^{-3} \text{ Qg}$	1.10 h) 134 TWh	1.22 c) $1,90 \cdot 10^{-6} \text{ tr/min}$
1.6 g) $1,67 \cdot 10^3 \text{ rg}$	1.11 l'or	1.22 d) $1,99 \cdot 10^{-7} \text{ rad/s}$
	1.12 a) $1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$	
	1.12 b) $0,000\,000\,000\,1 \text{ m}$	

Fiche n° 2. Signaux

Réponses

2.1 a)	$-\sin(\alpha)$	2.8 a)	En retard
2.1 b)	$-\sin(\alpha)$	2.8 b)	$\varphi < 0$
2.1 c)	$\cos(\alpha)$	2.8 c)	$-\frac{2\pi}{3} \text{ rad}$
2.1 d)	$\cos(\alpha)$	2.9 a)	$u_3(t)$
2.2 a)	$2 \cos(2t)$	2.9 b)	$u_1(t)$
2.2 b) ...	$-2 \sin(t + 4) \cos(t + 4) = -\sin(2t + 8)$	2.9 c)	$u_2(t)$
2.2 c)	$\cos^2(t) - \sin^2(t) = \cos(2t)$	2.10 a)	0
2.3 a)	$2A \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t\right) \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t\right)$	2.10 b)	$\frac{U_0}{\sqrt{2}}$
2.3 b)	$2A \sin\left(\frac{\omega_2 - \omega_1}{2}t\right) \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t\right)$	2.11 a)	1,5 V
2.4	$A \sin(\varphi) \cos(\omega t) + A \cos(\varphi) \sin(\omega t)$	2.11 b)	$\sqrt{3} \text{ V}$
2.5 a)	Courbe 2	2.12 a)	$\frac{U_0}{2}$
2.5 b)	Courbe 4	2.12 b)	$\frac{U_0}{\sqrt{2}}$
2.5 c)	Courbe 3	2.13 a)	1,7 km
2.5 d)	Courbe 1	2.13 b)	5,7 μs
2.6	Ⓒ	2.13 c)	oui
2.7 a)	1,5 V	2.14	18 km/h
2.7 b)	$\frac{\pi}{2} \text{ rad}$	2.15 a)	1,6 s
2.7 c)	2 s	2.15 b)	48 cm
2.7 d)	0,5 Hz	2.15 c)	$2 \sin(3,9t - 13x + 0,3\pi)$
2.7 e)	$\pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$		

Fiche n° 3. Étude des circuits électriques I

Réponses

3.1	\textcircled{b}	3.8 b).....	$\frac{R}{5}$	3.14 a)	$\frac{E}{R}$
3.2	$2,5 \cdot 10^{17}$	3.8 c).....	$\frac{R}{N}$	3.14 b)	$\frac{3E}{4R}$
3.3 a)	$2i$	3.8 d)	$R \left(\frac{1-a^2}{3-a^2} \right)$	3.15 a) ..	$\frac{ER_1}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$
3.3 b)	i	3.9 a).....	$1 \text{ k}\Omega$	3.15 b) ..	$\frac{E(R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$
3.3 c)	0	3.9 b).....	$1 \text{ k}\Omega$	3.15 c) ..	$\frac{-ER_4}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}$
3.4 a)	80 mA	3.10	$\frac{4R(R+R')}{2R+R'}$	3.16 a).....	2
3.4 b)	30 mA	3.11 a)	$2R$	3.16 b).....	3
3.4 c)	-350 mA	3.11 b)	R	3.17 a)	$\frac{3}{4}R$
3.5 a)	$E - U_1$	3.11 c)	0	3.17 b)	$\frac{3}{4}E$
3.5 b)	$U_1 - E$	3.12 a)	$\frac{I_0}{3}$	3.17 c).....	$-\frac{E}{4}$
3.5 c)	$E - U_1$	3.12 b)	$\frac{R_2}{R_1 + R_2} I_0$	3.18 a)	$\frac{3E}{8R}$
3.6 a)	1 V	3.13 a)	$\frac{1}{4} Ri + Ri_1$	3.18 b)	$\frac{E}{4R}$
3.6 b)	-6 V	3.13 b)	$\frac{13}{4} Ri - 3Ri_1$	3.18 c).....	$-\frac{E}{8R}$
3.6 c)	7 V				
3.7 a)	$-\frac{u}{R}$				
3.7 b)	$\frac{u}{2R}$				
3.7 c)	$\frac{u}{3R}$				
3.8 a)	$\frac{5}{6}R$				

Fiche n° 4. Étude des circuits électriques II

Réponses

4.1	$\textcircled{\text{b}}$	4.10 b)	$\frac{E}{R}$
4.2 a)	$u = L \frac{di}{dt} + L' \frac{di}{dt}$	4.10 c)	$\frac{E}{R}$
4.2 b)	$L + L'$	4.10 d)	$\frac{E}{R}$
4.2 c)	$\frac{di}{dt} = \frac{u}{L} + \frac{u}{L'}$	4.10 e)	$\frac{E}{R}$
4.2 d)	$\frac{LL'}{L + L'}$	4.11 a)	0
4.3	L	4.11 b)	0
4.4 a)	$\frac{du}{dt} = \left(\frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \right) i$	4.11 c)	$\frac{2E}{3R}$
4.4 b)	$\frac{CC'}{C + C'}$	4.11 d)	$\frac{1}{3}E$
4.4 c)	$i = (C + C') \frac{du}{dt}$	4.12 a)	$\frac{L}{R}$
4.4 d)	$C + C'$	4.12 b)	$\frac{RC}{2}$
4.5	$\textcircled{\text{a}}$	4.13 a)	$\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = \frac{E}{L}$
4.6	$\frac{C}{2}$	4.13 b)	$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = \frac{1}{RC}E$
4.7 a)	$\textcircled{\text{c}}$	4.13 c)	$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{RC}i(t) = 0$
4.7 b)	$\textcircled{\text{a}}$	4.13 d)	$i = \frac{u}{R} + C \frac{du}{dt}$
4.8	$\textcircled{\text{b}}$	4.13 e)	$\frac{du}{dt} + \frac{2}{RC}u = \frac{E}{RC}$
4.9 a)	$\textcircled{\text{c}}$ et $\textcircled{\text{d}}$	4.14 a)	$u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$
4.9 b)	$\textcircled{\text{a}}$ et $\textcircled{\text{c}}$	4.14 b)	$i(t) = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$
4.9 c)	$\textcircled{\text{b}}$	4.14 c)	$u_C(t) = \frac{1}{2}E$
4.9 d)	$\textcircled{\text{a}}$, $\textcircled{\text{c}}$ et $\textcircled{\text{d}}$	4.15 a)	$\textcircled{\text{b}}$
4.9 e)	$\textcircled{\text{a}}$, $\textcircled{\text{b}}$ et $\textcircled{\text{c}}$		
4.10 a)	0		

- 4.15 b) c
- 4.15 c) a
- 4.15 d) 4 V
- 4.15 e) 4 V
- 4.15 f) 1,3 kΩ
- 4.16 a) $[\omega_0] = T^{-1}$
- 4.16 b) Q est sans dimension
- 4.16 c) $\frac{1}{\sqrt{LC}}$
- 4.16 d) $R\sqrt{\frac{C}{L}}$

- 4.17 a) $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{du}{dt} + \frac{1}{LC}u = \frac{E}{LC}$
- 4.17 b) $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{RC} \frac{du}{dt} + \frac{1}{LC}u = 0$
- 4.18 a) $E \times (1 - \cos(\omega_0 t))$
- 4.18 b) $\frac{E}{L\omega_0} \sin(\omega_0 t)$
- 4.19 a) b
- 4.19 b) c
- 4.19 c) b
- 4.19 d) a
- 4.19 e) $1,2 \times 10^3 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$

Fiche n° 5. Étude des filtres

Réponses

5.1 a) $\sqrt{a^2 + b^2}$

5.1 b) b/a

5.1 c) (e)

5.1 d) (f)

5.2 a) R

5.2 b) 0

5.2 c) $L\omega$

5.2 d) $\pi/2$

5.2 e) $\frac{1}{C\omega}$

5.2 f) $-\pi/2$

5.3 a) $R + \frac{1}{jC\omega}$

5.3 b) $\frac{RjL\omega}{R + jL\omega}$

5.3 c) $\frac{RjL\omega}{R + jL\omega - RLC\omega^2}$

5.3 d) $\frac{R(1 - LC\omega^2)}{1 - LC\omega^2 + jRC\omega}$

5.4 (a)

5.5 a) 10 kHz

5.5 b) $2,5 \text{ V}$

5.6 (d)

5.7 a) $\frac{1}{2} \cos(a + b) + \frac{1}{2} \cos(a - b)$

5.7 b)
$$S_0 \cos(2\pi f_p t) + \frac{mS_0}{2} \left(\cos(2\pi(f_p + f_0)t) + \cos(2\pi(f_p - f_0)t) \right)$$

5.7 c) S_0

5.7 d) $mS_0/2$

5.7 e) $mS_0/2$

5.7 f) (a)

5.8 a) (c)

5.8 b) (a)

5.8 c) (d)

5.8 d) (b)

5.9 a) $\frac{\frac{1}{3}}{1 + \frac{1}{3jRC\omega} + \frac{jRC\omega}{3}}$

5.9 b) $1/3$

5.9 c) $1/3$

5.9 d) $2,1 \times 10^4 \text{ rad/s}$

5.10 a) $i_1 + i_2$

5.10 b) $\underline{u}(2 + jRC\omega) - \underline{u}_s$

5.10 c) $\frac{1}{1 + 3jRC\omega - (RC\omega)^2}$

5.10 d) 1

5.10 e) $\frac{1}{RC}$

5.10 f) $1/3$

5.11 a) $9,5 \text{ dB}$

5.11 b) $20 \log\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)$

5.11 c) $10 \log\left(1 + \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2\right)$

5.11 d) $10 \log \left(9 + \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \right)$

5.11 e) $20 \log \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right) - 10 \log \left(1 + \left(\frac{\omega}{\omega_1} \right)^2 \right)$

5.11 f) $20 \log \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right) + 10 \log \left(1 + \left(\frac{\omega}{\omega_1} \right)^2 \right)$

5.12 a) 0

5.12 b) $\pi/2$

5.12 c) $\arctan \left(\frac{\omega}{\omega_1} \right)$

5.12 d) $-\arctan \left(\frac{\omega}{3\omega_0} \right)$

5.12 e) $\frac{\pi}{2} - \arctan \left(\frac{\omega}{\omega_1} \right)$

5.12 f) $\frac{\pi}{2} + \arctan \left(\frac{\omega}{\omega_1} \right)$

5.13 a) $\pi/4$

5.13 b) 0

5.13 c) $\frac{\pi}{2}$

5.14 a) 1

5.14 b) $1/\sqrt{2}$

5.14 c) $1/4$

5.15 a) $-28,0 \text{ dB}$

5.15 b) $-17,1 \text{ dB}$

5.15 c) $-8,0 \text{ dB}$

5.15 d) $+20 \text{ dB/décade}$

5.16 a) $15,0 \text{ kHz}$

5.16 b) $11,7 \text{ kHz}$

5.16 c) $19,2 \text{ kHz}$

Fiche n° 6. Énergie et puissance électriques

Réponses

6.1 a) $16,5 \text{ kJ}$

6.1 b) $4,6 \text{ W} \cdot \text{h}$

6.2 a) 513 km

6.2 b) Hyundai Ioniq 6

6.2 c) Hyundai Ioniq 6

6.3 a) \textcircled{a}

6.3 b) \textcircled{c}

6.3 c) \textcircled{c}

6.4 $3,75 \text{ W}$

6.5 a) $\frac{2\pi}{\omega}$

6.5 b) $\frac{u_0 i_0}{2}$

6.5 c) $\frac{u_0 i_0}{2} \cos(\varphi)$

6.5 d) $u_0 i_0 \left(2 + \frac{1}{2} \sin(\psi) \right)$

6.6 a) 0

6.6 b) 0

6.6 c) $3 \cos\left(\frac{7\pi}{12}\right) \text{ W}$

6.6 d) 16 W

6.7 a) $\frac{E}{r + R}$

6.7 b) $E^2 \frac{R}{(r + R)^2}$

6.8 a) $E^2 \frac{r - R}{(r + R)^3}$

6.8 b) \textcircled{b}

6.9 $\ln(2)R_0$

6.10 a) $\frac{E - e}{R + r}$

6.10 b) $\frac{eR + Er}{R + r}$

6.10 c) $E \frac{E - e}{R + r}$

6.10 d) $\frac{(E - e)^2}{R + r}$

6.10 e) $e \frac{E - e}{R + r}$

6.10 f) $\frac{e}{E}$

6.10 g) 92%

6.11 a) \textcircled{c}

6.11 b) \textcircled{a}

6.12 a) \textcircled{b}

6.12 b) \textcircled{a}

6.13 a) $\frac{CE^2}{\tau} \exp(-t/\tau)$

6.13 b) $\frac{CE^2}{\tau} \exp(-2t/\tau)$

6.13 c) $\frac{CE^2}{\tau} \left(\exp(-t/\tau) - \exp(-2t/\tau) \right)$

6.13 d) CE^2

6.13 e) $\frac{1}{2} CE^2$

6.13 f) $\frac{1}{2} CE^2$

6.14 a) $EC \frac{du_C}{dt}$

6.14 b)	$\frac{d(\frac{1}{2}Cu_C^2(t))}{dt}$	6.15 a)	$R_u I^2$
6.14 c)	$\frac{d(\frac{1}{2}Li^2(t))}{dt}$	6.15 b)	$\frac{E}{\sqrt{(R_G + R_u)^2 + (X_G + X_u)^2}}$
6.14 d)	CE^2	6.15 c)	$-R_u E^2 \frac{2(X_G + X_u)}{\left((R_G + R_u)^2 + (X_G + X_u)^2\right)^2}$
6.14 e)	$\frac{1}{2}CE^2$	6.15 d)	$E^2 \frac{(R_G^2 - R_u^2) + (X_G + X_u)^2}{\left((R_G + R_u)^2 + (X_G + X_u)^2\right)^2}$
6.14 f)	0	6.15 e)	\textcircled{c}
6.14 g)	$\frac{1}{2}CE^2$		

Fiche n° 7. Amplificateurs linéaires intégrés

Réponses

7.1	<input type="radio"/> a <input type="radio"/> d	7.6 f).....	$G = -\frac{R_2}{R_1}$	7.11 b)	$-\frac{E}{RC}t + K$
7.2 a)	<input type="checkbox"/> Vrai	7.6 g)	<input type="radio"/> b	7.11 c)	<input type="radio"/> b
7.2 b)	<input type="checkbox"/> Vrai	7.7	<input type="radio"/> c	7.12 a).....	$\alpha + \frac{1}{\alpha}$
7.2 c)	<input type="checkbox"/> Faux	7.8	c'est un temps	7.12 b).....	$\frac{\alpha}{1 + \alpha^2}$
7.2 d)	<input type="checkbox"/> Faux	7.9 a)	<input type="checkbox"/> Non	7.12 c)	$R_1 = R_2$
7.3 a)	<input type="checkbox"/> Oui	7.9 b).....	v_e	7.12 d)	$\alpha = 1$
7.3 b)	$V^+ = V^-$	7.9 c)	v_s	7.13 a)	$i_1 = i_2$
7.3 c)	0 V	7.9 d)	$i_R = i_C$	7.13 b).....	$\frac{R_1}{R_1 + R_2}v_s$
7.4 a)	0 V	7.9 e)	$\underline{i_C} = -jC\omega \underline{U_C}$	7.13 c).....	v_e
7.4 b)	v_s	7.9 f)	$\frac{1}{-jRC\omega}$	7.13 d)	$1 + \frac{R_2}{R_1}$
7.4 c)	0 V	7.9 g)	$RC \frac{dv_s}{dt} = -v_e(t)$	7.13 e).....	16
7.4 d)	v_e	7.10 a)	$\frac{1}{RC\omega}$	7.14	<input type="radio"/> d
7.4 e)	v_s	7.10 b).....	$\frac{\pi}{2}$	7.15 a).....	$v_s = v_e$
7.5 a)	<input type="checkbox"/> Faux	7.10 c)	$-\frac{E}{RC\omega} \sin(\omega t)$	7.15 b)	∞
7.5 b).....	<input type="checkbox"/> Vrai	7.10 d)	1 kHz	7.15 c).....	0 A
7.5 c)	<input type="checkbox"/> Faux	7.10 e)	$3,1$	7.15 d)	∞
7.5 d).....	<input type="checkbox"/> Vrai	7.10 f)	<input type="radio"/> b	7.16 a).....	$\frac{v_e}{Z_1}$
7.5 e)	<input type="checkbox"/> Faux	7.11 a)	$RC \frac{dv_s}{dt} = -v_e$	7.16 b)	Z_1
7.6 a)	$i_1 = i_2$			7.16 c).....	∞
7.6 b)	$U_1 = v_e$			7.16 d).....	0
7.6 c).....	$U_2 = -v_s$			7.16 e).....	$C = 10\text{ nF}$
7.6 d).....	$i_1 = \frac{v_e}{R_1}$				
7.6 e)	$i_2 = -\frac{v_s}{R_2}$				

Fiche n° 8. Sources lumineuses et lois de Snell-Descartes

Réponses

8.1 a)	$\frac{\pi}{180} \times \alpha_{\text{deg}}$	8.4 a)	$16,3^\circ$	8.8 c)	Non
8.1 b)	$60 \times \alpha_{\text{deg}}$	8.4 b)	$25,5^\circ$	8.9 a)	$\sqrt{1 - \frac{\sin^2(\theta_i)}{n_1^2}}$
8.2 a)	$35^\circ 39'$	8.4 c)	$22,0^\circ$	8.9 b)	$\cos(\theta_r) > \frac{n_2}{n_1}$
8.2 b)	$1,715 \text{ rad}$	8.5 a)	$r - i$	8.9 c)	$\sin(\theta_i) < \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$
8.2 c)	$60^\circ 20'$	8.5 b)	$\pi - 2i$	8.10 a)	564 THz
8.3 a)	i	8.6 a)	$(\alpha_1 + \alpha_2) - \pi$	8.10 b)	$3,74 \times 10^{-19} \text{ J}$
8.3 b)	$\frac{\pi}{2} - i$	8.6 b)	$r + r'$	8.11	(b) et (d)
8.3 c)	$\arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin(i)\right)$	8.7 a)	Non	8.12 a)	$2,26 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
8.3 d) ..	$\frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin(i)\right)$	8.7 b)	60°	8.12 b)	400 nm
		8.8 a)	$1,25$		
		8.8 b)	$1,18$		

Fiche n° 9. Lentilles

Réponses

9.1 a) $\arctan\left(\frac{AB}{OA}\right)$

9.1 b) ... $\arctan\left(\frac{AB}{OA}\right) \times \frac{180}{\pi}$

9.1 c) $0,52^\circ$

9.1 d) $0,53^\circ$

9.1 e) (b)

9.1 f) (a)

9.2 a) $\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$

9.2 b) -2

9.3 a) 40 cm

9.3 b) -10 cm

9.3 c) -50 cm

9.3 d) 20 cm

9.4 a) $\frac{A_1B_1}{f'_1}$

9.4 b) $\frac{A_1B_1}{f'_2}$

9.4 c) $\frac{f'_1}{f'_2}$

9.4 d) 4

9.5 (b)

9.6 a) Correct

9.6 b) Incorrect

9.6 c) Incorrect

9.6 d) Correct

9.7 a) 5,0 cm

9.7 b) +20 δ

9.8 (b)

9.9 a) 0,22 m

9.9 b) (a)

9.10 a) $\frac{\overline{OA} \times \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$

9.10 b) $\frac{\overline{OA'} \times f'}{f' - \overline{OA'}}$

9.10 c) $\frac{\overline{OA} \times \overline{OA'}}{\overline{OA} - \overline{OA'}}$

9.10 d) après

9.11 a) $\frac{-f'^2}{\overline{F'A'}}$

9.11 b) $\overline{FA} - f'$

9.11 c) réel

9.12 a) (b)

9.12 b) (b)

9.13 a) $\overline{OA} = -5,02 \text{ cm}$

9.13 b) $10,8 \text{ m} \times 7,2 \text{ m}$

9.14 a) (a)

9.14 b) (b)

9.15 a) $\overline{OA'} = -15 \text{ cm}$

9.15 b) virtuelle

9.15 c) 5,0 cm

9.15 d) droite

9.16 a) $\frac{D^2 - d^2}{4D}$

9.16 b) $\frac{15D}{64}$

9.16 c) 0

Fiche n° 10. Cinématique

Réponses

10.1 a) $1 \text{ h } 6 \text{ min } 40 \text{ s}$

10.1 b) $8 \text{ min } 20 \text{ s}$

10.2 a) $a_0 \times \tau_1$

10.2 b) $\frac{a_0 \times \tau_1^2}{2}$

10.2 c) $a_0 \times \tau_1 \times \left(\frac{\tau_1}{2} + \tau_2\right)$

10.3 $\textcircled{\text{c}}$

10.4 $\textcircled{\text{b}}$

10.5 a) $a(\cos(\theta)\vec{e}_x + \sin(\theta)\vec{e}_y)$

10.5 b) $a\left(\cos(\theta)\vec{e}_x + \left(\sin(\theta) + \frac{b}{a}\right)\vec{e}_y\right)$

10.5 c) $a\left(2\cos(\theta)\vec{e}_x + \left(2\sin(\theta) + \frac{b}{a}\right)\vec{e}_y\right)$

10.5 d) $-b\vec{e}_y$

10.6 a) $r(\cos(\theta)\vec{e}_x + \sin(\theta)\vec{e}_y)$

10.6 b) $r\vec{e}_r$

10.6 c) $r(\cos(\theta)\vec{e}_x + \sin(\theta)\vec{e}_y) + z\vec{e}_z$

10.6 d) $r\vec{e}_r + z\vec{e}_z$

10.7 a) $|r \sin(\theta)|$

10.7 b) $r \sin(\theta)(\cos(\varphi)\vec{e}_x + \sin(\varphi)\vec{e}_y)$

10.7 c) ... $r \sin(\theta)(\cos(\varphi)\vec{e}_x + \sin(\varphi)\vec{e}_y) + r \cos(\theta)\vec{e}_z$

10.7 d) $r\vec{e}_r$

10.7 e) $\cos(\theta)\vec{e}_r - \sin(\theta)\vec{e}_\theta$

10.8 a) $49,4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

10.8 b) $8,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

10.9 a) $a\omega(-\sin(\omega t)\vec{e}_x + \cos(\omega t)\vec{e}_y) + b\vec{e}_z$

10.9 b) $\sqrt{(a\omega)^2 + b^2}$

10.9 c) $-a\omega^2(\cos(\omega t)\vec{e}_x + \sin(\omega t)\vec{e}_y)$

10.9 d) $a\omega^2$

10.10 a) $\cos \theta \vec{e}_x + \sin \theta \vec{e}_y$

10.10 b) $\frac{d\vec{e}_r}{dt} = \dot{\theta}(-\sin \theta \vec{e}_x + \cos \theta \vec{e}_y)$

10.10 c) $\vec{e}_x = \cos \theta \vec{e}_r - \sin \theta \vec{e}_\theta$

10.10 d) $\vec{e}_y = \sin \theta \vec{e}_r + \cos \theta \vec{e}_\theta$

10.10 e) $\frac{d\vec{e}_r}{dt} = \dot{\theta}\vec{e}_\theta$

10.11 a) $\frac{L}{T}$

10.11 b) $\frac{1}{T^2}$

10.11 c) $a\vec{e}_r$

10.11 d) $2abt^2\vec{e}_\theta$

10.11 e) $a\vec{e}_r + 2abt^2\vec{e}_\theta$

10.12 a) $r_0 e^{-t/\tau} \left(-\frac{1}{\tau}\vec{e}_r + \omega\vec{e}_\theta\right)$

10.12 b) $r_0 e^{-t/\tau} \left(\left(\frac{1}{\tau^2} - \omega^2\right)\vec{e}_r - \left(2\frac{\omega}{\tau}\right)\vec{e}_\theta\right)$

10.12 c) orthoradiale

10.12 d) décéléré

10.12 e) $r = r_0 e^{-\theta}$

10.13 a) $-at + v_0$

10.13 b) at

10.13 c) $-\frac{1}{2}at^2 + v_0 t$

10.13 d) $\frac{1}{2}at^2 + L$

10.13 e) 67 cm

10.14 a) $v_{0x}t$

10.14 b) $-\frac{1}{2}gt^2 + v_{0z}t$

10.14 c) $z = -\frac{g}{2v_{0x}^2}x^2 + \frac{v_{0z}}{v_{0x}}x$

10.15 a) 1,7 s

10.15 b) 2,9 m

Fiche n° 11. Principe fondamental de la dynamique

Réponses

11.1	$\frac{p + m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$	11.9 c).....	$(v_0 t + x_0)\vec{e}_x + y_0\vec{e}_y + \frac{1}{2}gt^2\vec{e}_z$
11.2 a).....	$\sqrt{(mR\omega^2 - T)^2 + (mg)^2}$	11.10 a).....	$\cos(\theta)\vec{e}_x + \sin(\theta)\vec{e}_y$
11.2 b).....	$\arctan\left(\frac{mR\omega^2 - T}{mg}\right)$	11.10 b).....	$-\sin(\theta)\vec{e}_x + \cos(\theta)\vec{e}_y$
11.3 a).....	$a_0(t - t_0)$	11.10 c).....	$-\dot{\theta}\sin(\theta)\vec{e}_x + \dot{\theta}\cos(\theta)\vec{e}_y$
11.3 b).....	0	11.10 d).....	$-\dot{\theta}\cos(\theta)\vec{e}_x - \dot{\theta}\sin(\theta)\vec{e}_y$
11.3 c).....	$\frac{a_0}{k}\left[1 - e^{-k(t-t_0)}\right]$	11.10 e).....	$\dot{\theta}\vec{e}_\theta$
11.4 a).....	$\cos(\alpha)\vec{e}_x + \sin(\alpha)\vec{e}_y$	11.10 f).....	$-\dot{\theta}\vec{e}_r$
11.4 b).....	$-\sin(\alpha)\vec{e}_x + \cos(\alpha)\vec{e}_y$	11.11	Ⓒ
11.4 c).....	$\cos(\alpha)\vec{e}_x + \sin(\alpha)\vec{e}_y$	11.12 a).....	$\dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\theta}\vec{e}_\theta$
11.4 d).....	$-\sin(\alpha)\vec{e}_x + \cos(\alpha)\vec{e}_y$	11.12 b).....	$(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\vec{e}_r + (2\dot{r}\dot{\theta} + r\ddot{\theta})\vec{e}_\theta$
11.5 a).....	$-P\sin(\alpha)\vec{e}_x - P\cos(\alpha)\vec{e}_y$	11.13 a).....	2,2 N
11.5 b).....	$N\vec{e}_y$	11.13 b).....	0,46 rad
11.6 a).....	$P\cos(\theta)\vec{e}_r - P\sin(\theta)\vec{e}_\theta$	11.14 a).....	$(T' - T)\cos\theta$
11.6 b).....	$-T\vec{e}_r$	11.14 b).....	$(T' + T)\sin\theta - F$
11.6 c).....	$(P\cos(\theta) - T)\vec{e}_r - P\sin(\theta)\vec{e}_\theta$	11.14 c).....	1,17 kN
11.7 a).....	$P\vec{e}_x$	11.15	1,6 N
11.7 b).....	$-T\cos(\theta)\vec{e}_x - T\sin(\theta)\vec{e}_y$	11.16	864 N
11.7 c).....	$(P - T\cos(\theta))\vec{e}_x - T\sin(\theta)\vec{e}_y$	11.17 a).....	$P\cos\alpha$
11.8 a).....	$\left(\frac{1}{2}a_0t^2 + x_0\right)\vec{e}_x - v_0t\vec{e}_y + z_0\vec{e}_z$	11.17 b).....	$-m\frac{dv}{dt} + P\sin\alpha$
11.8 b).....	$a_0t\vec{e}_x - v_0\vec{e}_y$	11.18 a).....	$\frac{T_1}{2m}$
11.8 c).....	$a_0\vec{e}_x$	11.18 b).....	$g - \frac{T_2}{m}$
11.9 a).....	$g\vec{e}_z$	11.18 c).....	$\frac{g}{3}$
11.9 b).....	$v_0\vec{e}_x + gt\vec{e}_z$		

Fiche n° 12. Approche énergétique en mécanique

Réponses

- 12.1 ☐ (c)
- 12.2 a) $mg(\ell - y)$
- 12.2 b) $mg(x \sin(\alpha) - H)$
- 12.2 c) $-mgR \cos(\theta)$
- 12.2 d) $mgr(\cos(\psi) - 1) + E_0$
- 12.3 ☐ (b)
- 12.4 a) $\frac{1}{2}k(y - \ell_0)^2 - \frac{k\ell_0^2}{2}$
- 12.4 b) .. $\frac{1}{2}k\left(\frac{x}{\cos(\beta)} - \ell_0\right)^2 - \frac{1}{2}k\left(\frac{L}{\sin(\beta)} - \ell_0\right)^2$
- 12.4 c) $E_0 + k(x - \ell_0)^2$
- 12.5 a) $-h\ell$
- 12.5 b) $-hR\alpha$
- 12.5 c) $-(2a + 2b)h$
- 12.5 d) $-(a + b + c)h$
- 12.5 e) ☐ (b)
- 12.6 ☐ (c)
- 12.7 a) $1 - \frac{v_0^2}{2g\ell}$
- 12.7 b) $0,65 \text{ rad} = 37^\circ$
- 12.8 a) $5,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- 12.8 b) $0,11 \text{ m}$
- 12.8 c) $2,0 \text{ m}$
- 12.9 a) $\ddot{z} + \frac{\alpha}{m}\dot{z} + \frac{k}{m}z = g + \frac{k\ell_0}{m}$
- 12.9 b) $\zeta + \frac{\alpha}{m}\dot{\zeta} + \frac{k}{m}\zeta = 0$
- 12.10 a) ☐ (b)
- 12.10 b) ☐ (d)
- 12.10 c) ☐ (a)
- 12.10 d) ☐ (c)
- 12.11 a) ☐ 0
- 12.11 b) ☐ 0
- 12.11 c) ☐ 0
- 12.11 d) ☐ a
- 12.12 a) ☐ (a)
- 12.12 b) ☐ (a)
- 12.12 c) ☐ (a)
- 12.12 d) ☐ (b)
- 12.12 e) ☐ (b)
- 12.12 f) ☐ (b)
- 12.13 a) ☐ (a), ☐ (c) et ☐ (d)
- 12.13 b) ☐ (b)
- 12.13 c) ☐ (a), ☐ (c) et ☐ (d)
- 12.13 d) ☐ (a) et ☐ (c)
- 12.14 $33,6 \text{ m/s}$

Fiche n° 13. Moment cinétique

Réponses

13.1 a) $-\|\vec{P}\| \cos \theta$

13.1 b) $\|\vec{N}\| \cos(\gamma + \beta)$

13.1 c) $\|\vec{R}\| \sin(\theta + \alpha)$

13.1 d) $-\|\vec{T}\| \cos(\gamma)$

13.1 e) $\|\vec{N}\| \cos(\beta)$

13.1 f) $\|\vec{N}\| \sin(\beta)$

13.2 a) $\vec{P} = -\|\vec{P}\| \vec{e}_y$

13.2 b) $\|\vec{P}\|(-\sin(\theta) \vec{e}_r - \cos(\theta) \vec{e}_\theta)$

13.2 c) $-\|\vec{T}\| \vec{e}_y$

13.2 d) $\vec{T} = \|\vec{T}\|(-\cos(\gamma) \vec{e}_r + \sin(\gamma) \vec{e}_\theta)$

13.2 e) $\|\vec{R}\|(\cos(\theta + \alpha) \vec{e}_x + \sin(\theta + \alpha) \vec{e}_y)$

13.2 f) $\|\vec{R}\|(\cos(\alpha) \vec{e}_r + \sin(\alpha) \vec{e}_\theta)$

13.2 g) $\|\vec{N}\|(-\sin(\beta + \gamma) \vec{e}_x + \cos(\beta + \gamma) \vec{e}_y)$

13.2 h) $\|\vec{N}\|(\cos(\beta) \vec{e}_r + \sin(\beta) \vec{e}_\theta)$

13.3 a) $\|\vec{P}\| \|\vec{R}\| \cos(\theta + \alpha) \vec{e}_z$

13.3 b) $-\|\vec{T}\| \sin(\gamma) \vec{e}_z$

13.3 c) $\|\vec{N}\| \cos(\gamma + \beta) \vec{e}_z$

13.4 a) $\begin{pmatrix} -7 \\ 14 \\ -7 \end{pmatrix}$

13.4 b) $\begin{pmatrix} 7 \\ -14 \\ 7 \end{pmatrix}$

13.4 c) -7

13.4 d) -7

13.4 e) $\begin{pmatrix} -6 \\ -33 \\ 24 \end{pmatrix}$

13.4 f) $\begin{pmatrix} -6 \\ -33 \\ 24 \end{pmatrix}$

13.5 la Terre

13.6 $m r v \sin(\alpha) \vec{e}_z$

13.7 $\frac{1}{3} M L^2$

13.8 $\frac{1}{12} M L^2$

13.9 $\frac{2}{5} M R^2$

13.10 a) $-\ell F \sin \alpha \cos \alpha$

13.10 b) 0

13.11 a) $\frac{mgL}{2} \cos \alpha \vec{e}_z$

13.11 b) $-mg \left(\ell - \frac{L}{2} \cos \alpha \right) \vec{e}_z$

13.11 c) $-mg \left(\ell - \frac{L}{2} \cos \alpha \right) \vec{e}_z$

13.12 a) $\frac{a}{2} \vec{e}_X + a \vec{e}_Y$

13.12 b) $\frac{a}{2} \vec{e}_X + \frac{a}{3} \vec{e}_Y$

13.12 c) $P(-\sin \alpha \vec{e}_X - \cos \alpha \vec{e}_Y)$

13.12 d) $F(-\cos \alpha \vec{e}_X + \sin \alpha \vec{e}_Y)$

13.12 e) $aF \left(\frac{\sin \alpha}{2} + \cos \alpha \right) \vec{e}_z$

13.12 f) $aP \left(-\frac{\cos \alpha}{2} + \frac{\sin \alpha}{3} \right) \vec{e}_z$

13.12 g) $\frac{3P - 6F}{3F + 2P}$

Fiche n° 14. Champ électrique

Réponses

14.1 a)	$\sqrt{a^2 + y^2}$	14.5 g)	$\sqrt{(x+a)^2 + y^2}$
14.1 b)	$\frac{a}{\sqrt{a^2 + y^2}}$	14.5 h)	$\sqrt{r^2 + 2ax + a^2}$
14.1 c)	$\frac{y}{\sqrt{a^2 + y^2}}$	14.5 i)	$\sqrt{r^2 + 2ar \cos(\theta) + a^2}$
14.1 d)	$\frac{\ \vec{F}\ }{\sqrt{a^2 + y^2}}(-a\vec{e}_x + y\vec{e}_y)$	14.5 j)	$-\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\sqrt{r^2 + 2ar \cos(\theta) + a^2}}$
14.2	\textcircled{c}	14.5 k)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} q \left(\frac{1}{\sqrt{r^2 - 2ar \cos(\theta) + a^2}} - \frac{1}{\sqrt{r^2 + 2ar \cos(\theta) + a^2}} \right)$
14.3 a)	\vec{e}_y	14.6 a)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} \left(1 - \frac{2a}{r} \right)$
14.3 b)	$-\vec{e}_x$	14.6 b)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qa \cos(\theta)}{r^2}$
14.3 c)	\vec{e}_x	14.6 c)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qa}{r^2} \left(1 - \frac{1}{2} \theta^2 \right)$
14.3 d)	$-\vec{e}_y$	14.6 d)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qa}{r^2}$
14.4 a)	\textcircled{b}	14.6 e)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} \ln \left(1 + \frac{r^2}{a^2} \right)$
14.4 b)	qV_0	14.7 a)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} (\sin(2\theta)\vec{e}_r - 2 \cos(2\theta)\vec{e}_\theta)$
14.4 c)	$\sqrt{\frac{2qV_0}{m}}$	14.7 b)	$-\frac{8}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2} \vec{e}_\theta$
14.4 d)	$\sqrt{\frac{qV_0}{2m}}$	14.7 c)	$2,7 \cdot 10^5 \text{ V.m}^{-1}$
14.4 e)	$\frac{v(a)}{2}$	14.8 a)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qa}{r^3} (2 \cos(\theta)\vec{e}_r + \sin(\theta)\vec{e}_\theta)$
14.5 a)	$\sqrt{(x-a)^2 + y^2}$	14.8 b)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{a^2} \vec{e}_\theta$
14.5 b)	$x^2 + y^2$	14.8 c)	$3,4 \cdot 10^4 \text{ V.m}^{-1}$
14.5 c)	$\sqrt{r^2 - 2ax + a^2}$	14.9 a)	$\frac{1}{2} E_0 d$
14.5 d)	$r \cos(\theta)$		
14.5 e)	$\sqrt{r^2 - 2ar \cos(\theta) + a^2}$		
14.5 f)	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\sqrt{r^2 - 2ar \cos(\theta) + a^2}}$		

14.9 b)	$\frac{1}{3}E_0d$	14.10 b)	$\frac{8}{5}\pi R^3\rho_0$
14.9 c)	$\frac{2}{3\pi}E_0d$	14.10 c)	$\frac{16}{5}R^3\rho_0$
14.9 d)	E_0de^{-1}	14.11 a)	$3\pi R^2h$
14.10 a)	$\frac{8}{3}\pi R^3\rho_0$	14.11 b)	$\frac{4}{5}\pi R^2h$
		14.11 c)	$\frac{8}{15}R^2h$

Fiche n° 15. Particule dans un champ électromagnétique

Réponses

15.1 a) $6,3 \times 10^{18} \text{ eV}$

15.1 b) $1,55 \text{ eV}$

15.1 c) $5,0 \times 10^{-19} \text{ J}$

15.1 d) violet

15.2 tau

15.3 a) (b)

15.3 b) (a)

15.4 a) $-Ex + C$

15.4 b) $\frac{\alpha}{r} + C$

15.4 c) $-\beta \ln(r) + C$

15.4 d) $-\gamma xy + C$

15.5 a) $qE\vec{e}_y$

15.5 b) $|qE|\vec{e}_x$

15.5 c) $qE(\cos(\beta)\vec{e}_y - \sin(\beta)\vec{e}_x)$

15.6 a) $|q|vB\vec{e}_y$

15.6 b) $qvB \cos(\alpha)\vec{e}_z$

15.6 c) $-qvB(\cos(\alpha)\vec{e}_x + \sin(\alpha)\vec{e}_y)$

15.7 a) 0

15.7 b) qEv

15.7 c) $\frac{3\sqrt{2}}{2}qEv$

15.7 d) $-\frac{qEv}{2}$

15.8 a) $\sqrt{3}\frac{mv_0}{qE}$

15.8 b) $\sqrt{3}\frac{mv_0}{qE}$

15.8 c) $\frac{\pi}{3}$

15.9 a) 1,5 MV

15.9 b) (b) et (c)

15.9 c) (a)

15.9 d) nqU

15.9 e) 5

15.10 a) $\frac{q}{m}\vec{v} \wedge \vec{B}$

15.10 b) $R\dot{\theta}\vec{e}_\theta$

15.10 c) $qRB\dot{\theta}\vec{e}_r$

15.10 d) $R\ddot{\theta}\vec{e}_\theta - R\dot{\theta}^2\vec{e}_r$

15.10 e) $\frac{mv_0}{|q|B}$

15.10 f) $2\pi\frac{m}{|q|B}$

15.11 a) $q(E - v_0B)\vec{e}_y$

15.11 b) $v_0 = \frac{E}{B}$

Fiche n° 16. Champ magnétique

Réponses

16.1 oui

16.1 oui

16.2 (d)

16.3 a) $\frac{\mu_0 I}{2\pi d \tan(\alpha)}$

16.3 b) 20,8 pT

16.4 (c)

16.5 $\frac{\pi}{2} B_0 R^2$

16.6 a) $\frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln\left(\frac{D + a/2}{D - a/2}\right)$

16.6 b) $\phi \approx \frac{\mu I a^2}{2\pi D}$

16.6 c) nul

16.7 a) $B_0(1 + \cos(\alpha))\vec{e}_x + B_0 \sin(\alpha)\vec{e}_y$

16.7 b) $B_0 \sqrt{2(1 + \cos(\alpha))}$

16.7 c) 34,6 mT

16.8 a) $\frac{a}{\cos(\theta)}$

16.8 b) $-\sin(\theta)\vec{e}_x + \cos(\theta)\vec{e}_y$

16.8 c) $-\sin(\theta)\vec{e}_x - \cos(\theta)\vec{e}_y$

16.8 d) $-2B_0 \sin(\theta)\vec{e}_x$

16.8 e) $-\frac{y}{a^2 + y^2}$

16.8 f) en $y = \pm a$

16.9 a) (a)

16.9 b) (b)

16.10 a) (c)

16.10 b) (b)

16.10 c) (b)

16.11 a) (c)

16.11 b) (c)

16.12 a) $\frac{R}{\sqrt{R^2 + z^2}}$

16.12 b) $\frac{R^3}{(\sqrt{R^2 + z^2})^3}$

16.12 c) $\frac{\mu_0 I}{4\sqrt{2} R}$

16.12 d) $R\sqrt{2^{5/3} - 1}$

16.13 a) (a)

16.13 b) (c)

16.14 a) ... $\frac{\mu_0 n I}{2} \left(\frac{z + \frac{\ell}{2}}{\sqrt{R^2 + (z + \frac{\ell}{2})^2}} - \frac{z - \frac{\ell}{2}}{\sqrt{R^2 + (z - \frac{\ell}{2})^2}} \right)$

16.14 b) $\frac{\mu_0 n I \ell}{\sqrt{4R^2 + \ell^2}}$

16.14 c) $\frac{1}{2} \frac{\sqrt{4R^2 + \ell^2}}{\sqrt{R^2 + \ell^2}}$

16.14 d) $\mu_0 n I$

16.15 a) $B_0 \frac{\cosh\left(\frac{z}{\delta}\right)}{\cosh\left(\frac{e}{\delta}\right)}$

16.15 b) $\frac{B(0)}{B_0} \approx 1$

16.15 c)	$\frac{B(0)}{B_0} \approx 9 \times 10^{-5}$	16.16 e) ..	$B_0 + e^{-\frac{\omega_0}{2Q}t} \left(\lambda \cos \left(\frac{\omega_0}{2Q} \sqrt{4Q^2 - 1} \cdot t \right) + \mu \sin \left(\frac{\omega_0}{2Q} \sqrt{4Q^2 - 1} \cdot t \right) \right)$
16.16 a)	$r^2 + \frac{\omega_0 r}{Q} + \omega_0^2 = 0$	16.16 f) ..	$B_0 \left(1 - e^{-\frac{\omega_0}{Q}t} \left(\cos \left(\frac{\omega_0}{Q} \sqrt{4Q^2 - 1} \cdot t \right) + \frac{1}{\sqrt{4Q^2 - 1}} \sin \left(\frac{\omega_0}{Q} \sqrt{4Q^2 - 1} \cdot t \right) \right) \right)$
16.16 b)	$\left(\frac{\omega_0}{Q} \right)^2 (1 - 4Q^2)$	16.17	$(1, -1, 1)$
16.16 c)	$\Delta < 0$		
16.16 d)	B_0		

Fiche n° 17. Induction

Réponses

17.1 a)	$\times 2$	17.7 a)	$i > 0$
17.1 b)	$\times 2$	17.7 b)	$i < 0$
17.1 c)	$\times 1/2$	17.7 c)	$i > 0$
17.1 d)	$\times 2$	17.7 d)	$i < 0$
17.2 a)	(a) et (b)	17.7 e)	$i < 0$
17.2 b)	Oui	17.7 f)	$i < 0$
17.2 c)	Non	17.8 a)	le flux diminue
17.3 a)	0	17.8 b)	le flux ne varie pas
17.3 b)	0	17.8 c)	le flux diminue
17.3 c)	0	17.8 d)	$i > 0$
17.3 d)	$-Bac$	17.8 e)	$i = 0$
17.3 e)	Bac	17.8 f)	$i > 0$
17.4 a)	$-Ba^2$	17.9 a)	$B_0 S_0 \omega \sin(\omega t + \varphi)$
17.4 b)	0	17.9 b)	$B_0 S_0 \frac{t}{\tau^2} e^{-t/\tau}$
17.4 c)	$\frac{Ba^2}{4}$	17.9 c)	$-8B_0 S_0 \omega \cos(\omega t) \sin^3(\omega t)$
17.4 d)	$\frac{Ba^2}{4}$	17.9 d)	$-B_0 S_0 \omega [2 \cos(4\omega t) + \cos(2\omega t)]$
17.4 e)	$\frac{Ba^2}{4}$	17.10 a)	$-IBd\vec{e}_x$
17.4 f)	$\frac{Ba^2}{4}$	17.10 b)	$-\frac{IBd}{m}t + v_0$
17.5 a)	$-Bab$	17.10 c)	$\frac{mv_0^2}{2IBd}$
17.5 b)	0	17.11 a)	$-IaB\vec{e}_y$
17.5 c)	0	17.11 b)	$IaB \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\vec{e}_x + \frac{1}{2}\vec{e}_y \right)$
17.5 d)	0	17.11 c)	$IaB \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\vec{e}_x + \frac{1}{2}\vec{e}_y \right)$
17.5 e)	Ba^2	17.11 d)	$\vec{0}$
17.5 f)	$Ba(b-a)$	17.12 a)	$IaB\vec{e}_z$
17.6	(b)		

17.12 b) $\vec{0}$
17.12 c) $-IaB\vec{e}_z$
17.12 d) $\vec{0}$
17.12 e) $\vec{0}$
17.12 f) $-Ia^2B\vec{e}_x$
17.12 g) $Ia^2\vec{e}_z$

17.12 h) $-Ia^2B\vec{e}_x$
17.13 a) $iab\vec{e}_\theta$
17.13 b) $iabB \cos \theta$
17.13 c) $-\frac{a}{2}mg \sin \theta$
17.13 d) $\arctan\left(\frac{2ibB}{mg}\right)$

Fiche n° 18. Gaz parfaits

Réponses

18.1 a) 62 L

18.1 b) 25 L

18.1 c) $6,8 \times 10^2 \text{ L}$

18.2 a) $58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

18.2 b) $1,8 \times 10^2 \text{ bar}$

18.2 c) $5,5 \text{ m}^3$

18.3 a) $24,8 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

18.3 b) $13,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

18.4 64°C

18.5 a) $1,00 \text{ bar}$

18.5 b) $1,24 \text{ bar}$

18.6 a) $\textcircled{\text{a}}$

18.6 b) $\textcircled{\text{d}}$

18.7 a) $\frac{MP}{RT}$

18.7 b) non

18.8 a) $4\rho_1$

18.8 b) $3,7\rho_1$

18.9 a) $\frac{n_2}{n_1} = \frac{P_2}{P_1}$

18.9 b) $\frac{2P_1}{P_1 + P_2} V$

18.10 $\frac{M_A}{M_{\text{air}}}$

18.11 a) $\frac{4}{3}\pi r^3$

18.11 b) ... $\frac{4\pi P_0 r^3 + 16\pi\gamma r^2}{3RT_0}$

18.12 a) $18,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

18.12 b) $4,79\%$

18.13 a) $30,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

18.13 b) $65,6\%$

18.14 $5,5 \text{ kg}$

18.15 a) 400 hPa

18.15 b) 400 hPa

Fiche n° 19. Premier Principe

Réponses

19.1 a) 300 J

19.1 b) $-0,5 \text{ J}$

19.1 c) 150 J

19.2 a) 0 J

19.2 b) -100 J

19.3 B

19.4 a) $-P_0(V_{\text{final}} - V_{\text{initial}})$

19.4 b) $\frac{-(P_2 + P_1)(V_{\text{final}} - V_{\text{initial}})}{2}$

19.5 a) $-nRT_0 \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$

19.5 b) $\frac{P_f V_f - P_i V_i}{k - 1}$

19.6 a) $76 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

19.6 b) $18 \times 10^{-3} \text{ kcal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

19.7 a) $mc(T_f - T_i)$

19.7 b) $4,2 \text{ kJ}$

19.8 a) $\frac{nR}{\gamma - 1}$

19.8 b) $6,2 \times 10^2 \text{ J}$

19.8 c) $\frac{nR\gamma}{\gamma - 1}$

19.8 d) $8,7 \times 10^2 \text{ J}$

19.9 a) $C_V(T_f - T_i)$

19.9 b) $\frac{A}{2}(T_f^2 - T_i^2) + B(T_f - T_i)$

19.9 c) $\frac{D}{4}(T_f^4 - T_i^4)$

19.10 -268 kJ

19.11 $T_i + \frac{n^2 a}{C_V} \left(\frac{1}{V_f} - \frac{1}{V_i} \right)$

19.12 a) $T_i + \frac{Q}{C}$

19.12 b) $T_i e^{\frac{Q}{A}}$

19.12 c) $\left(T_i^3 + \frac{3Q}{B} \right)^{1/3}$

19.13 a) $nRT_i \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$

19.13 b) $\frac{nR}{\gamma - 1}(T_f - T_i)$

19.13 c) 0

19.14 a) $W_1 - Q_1$

19.14 b) $Q_1 - Q_2$

19.14 c) $W_1 - Q_2$

19.15 $42 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

19.16 a) $\frac{C}{h}$

19.16 b) $T_a + (T_0 - T_a)e^{-\frac{ht}{C}}$

19.17 \textcircled{b}

19.18 a) $\frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2}$

19.18 b) $\frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} + \frac{Q}{(m_1 + m_2)c}$

Fiche n° 20. Second principe et machines thermiques

Réponses

20.1	$-94,8 \text{ J}$	20.9 c)	Non
20.2	(b)	20.10	$nR \ln(2)$
20.3 a)	$dH = T dS + V dP$	20.11 a)	(a)
20.3 b)	$dU = 0$	20.11 b)	(b)
20.3 c)	$dS = nR \frac{dV}{V}$	20.11 c)	(c)
20.4 a)	$dU = \delta W = -P_{\text{ext}} dV$	20.11 d)	(a)
20.4 b)	$dU = \delta W = -P dV$	20.11 e)	$6390 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
20.4 c)	$dU = \delta Q$	20.12 a)	$393 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$
20.5 a)	$dS = \delta S_c$	20.12 b)	$447 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$
20.5 b)	$dS = 0$	20.12 c)	$\frac{m_1 c_1 T_1 + m_2 c_2 T_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$
20.5 c)	$dS = \frac{\delta Q}{T} + \delta S_c$	20.12 d)	361 K
20.6 a)	$T_f V_f^{\gamma-1} = T_i V_i^{\gamma-1}$	20.12 e)	$\Delta S = 7,54 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
20.6 b)	$T_f^\gamma P_f^{1-\gamma} = T_i^\gamma P_i^{1-\gamma}$	20.12 f)	Non
20.6 c)	$P_f V_f^\gamma = P_i V_i^\gamma$	20.13 a)	$W \times \text{COP}$
20.7 a)	$x = \gamma - 1$	20.13 b)	20,4 MJ
20.7 b)	$x = \frac{\gamma}{(1-\gamma)}$	20.13 c)	-37,4 MJ
20.7 c)	$x = \frac{(1-\gamma)}{\gamma}$	20.14 a)	(a)
20.7 d)	$x = \frac{\gamma^2}{(1-\gamma)}$	20.14 b)	$\eta = 33\%$
20.7 e)	$x = 1 - \gamma$	20.15 a)	$\frac{-Q_C}{\text{COP}}$
20.8 a)	1,03 bar	20.15 b)	1 GJ
20.8 b)	$0,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$	20.15 c)	3,6 MJ
20.9 a)	$1,98 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$	20.15 d)	$1,2 \times 10^3 \text{ euros}$
20.9 b)	$1,89 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$	20.16 a)	33%
		20.16 b)	$\frac{\eta Q_F}{(1-\eta)}$

20.16 c) -295 J
20.16 d) $13,4 \text{ cv}$
20.17 a) $\frac{1}{P}$

20.17 b) $\frac{1}{T}$
20.17 c) -1

Fiche n° 21. Statique des fluides

Réponses

21.1 a).....	$75 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-2}$	21.11 b)	0
21.1 b)	7,5 bar	21.11 c).....	$-\rho g a^3$
21.1 c).....	7,4 atm	21.11 d)	$-\vec{P}_d$
21.2	$1,9 \times 10^2 \text{ N}$	21.12 a).....	2 N
21.2	6 bar	21.12 b)	5
21.3	(c)	21.13 a)	$[\rho_s h - \rho_\ell(h - x)]S \vec{g}$
21.4	(d)	21.13 b).....	$h \left(\frac{\rho_\ell - \rho_s}{\rho_\ell} \right)$
21.5 a).....	$p_0 + \rho g z_1$	21.13 c)	$(\rho_\ell - \rho_s) S h g$
21.5 b).....	$p_0 + \rho g(H - h - z_2)$	21.14 a).....	(a)
21.5 c).....	$\rho g(H - z_3 \sin(\alpha)) + p_0$	21.14 b).....	$\frac{1}{3} \frac{S(h - x)^3}{h^2}$
21.6 a).....	$\frac{1}{\sqrt{2}}(\vec{e}_x - \vec{e}_y)$	21.14 c)	$h \left(1 - \sqrt[3]{\frac{\rho_s}{\rho_e}} \right)$
21.6 b)	$-\vec{e}_y$	21.15 a).....	(b)
21.6 c).....	$-\frac{1}{2}(\sqrt{3}\vec{e}_x + \vec{e}_y)$	21.15 b).....	(b)
21.7 a)	(b)	21.15 c)	(c)
21.7 b)	(c)	21.16 a).....	$A\vec{e}_z$
21.7 c).....	(a) (c)	21.16 b)	$By^2\vec{e}_x + 2Bxy\vec{e}_y + 2Ce^{2z}\vec{e}_z$
21.7 d).....	$\frac{\rho_h V_h}{\rho_e s}$	21.17 a)	$43,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
21.8 a).....	$p_0 + \rho g H$	21.17 b)	$14,8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$
21.8 b).....	$p_0 + \rho g \left(H + \frac{s}{S} h \right)$	21.17 c).....	(c)
21.9 a)	12 N	21.17 d)	55 km
21.9 b)	51 N	21.18 a).....	$\frac{dp}{dz} = -\frac{2p}{z_{\max}}$
21.9 c)	82 N	21.18 b)	$p_0 e^{-2z/z_{\max}}$
21.10	(b)	21.19 a)	$p_0 e^{-agz/p_0}$
21.11 a).....	0		

21.19 b) $p_0 + \frac{a}{b}(e^{-bgz} - 1)$
21.19 c) $p_0 - agz + bcg(1 - e^{-z/c})$
21.20 a) $\rho(ay - gz) + p_0$
21.20 b) $z = \frac{a}{g}y$

21.21 a) $\frac{1}{2}\rho g L h^2$
21.21 b) $\frac{1}{6}\rho g L h^3$
21.21 c) $\frac{1}{3}h$

Fiche n° 22. Fondamentaux de la chimie des solutions

Réponses

22.1 a)	18 mmol	22.11 b)	$\frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V_1 + V_2}$
22.1 b)	$1,1 \times 10^{22}$	22.12 a)	$\frac{n \times M}{V}$
22.2 a)	621 g	22.12 b)	$\frac{V \times C_m}{M}$
22.2 b)	51,8 mol	22.12 c)	$V = \frac{m}{C \times M}$
22.2 c)	$3,12 \times 10^{25}$	22.13 a)	25 mL
22.3 a)	$8,01 \times 10^{24}$	22.13 b)	$3,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
22.3 b)	$1,75 \times 10^{-22}$	22.14 a)	7,2 g
22.3 c)	1 400	22.14 b)	600 g
22.4	Le cuivre	22.15 a)	2,2 mol
22.5 a)	1	22.15 b)	4,4 mol
22.5 b)	$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	22.15 c)	2,2 mol
22.5 c)	$\text{pH}_0 - 2$	22.16 a)	0,128 mol
22.6 a)	$\textcircled{x} = 2,85$ et $\textcircled{y} = 5,80$	22.16 b)	0,128 mol
22.6 b)	$\textcircled{a} = \text{H}_2\text{A}$, $\textcircled{b} = \text{HA}^-$ et $\textcircled{c} = \text{A}^{2-}$	22.16 c)	4,86 g
22.6 c)	HA^-	22.17 a)	3,4 g
22.6 d)	H_2A	22.17 b)	1,33
22.6 e)	A^{2-}	22.17 c)	Il a diminué.
22.7 a)	Le premier	22.18 a)	$\textcircled{1}$
22.7 b)	Le premier	22.18 b)	$\textcircled{2}$
22.8 a)	$90 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	22.18 c)	\textcircled{c}
22.8 b)	$0,26 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	22.19 a)	1,19 kg
22.9 a)	\textcircled{c}	22.19 b)	0,44 kg
22.9 b)	$\frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2}$	22.19 c)	$12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
22.10 a)	$0,28 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	22.20	96 %
22.10 b)	$24 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	22.21	\textcircled{a}
22.11 a)	Aucune		

Fiche n° 23. Fondamentaux de la chimie en phase gazeuse

Réponses

23.1	$\frac{RT}{P}$	23.9 a)	$\frac{1}{V_0} \sum_{k=0}^N P_k V_k$	23.12 f)	0,21 bar
23.2 a)	$12,5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$	23.9 b)	P_0	23.13 a)	$4n - 2\xi$
23.2 b)	$24,9 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$	23.9 c)	$\frac{N(N+1)}{2} P_0$	23.13 b)	$\frac{2n - \xi}{2n} P_i$
23.2 c)	$495 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$	23.9 d)	$\frac{N n_0 R T_0}{V_0}$	23.13 c)	$\frac{\xi}{2 - \xi} P_i$
23.2 d)	$24,9 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$	23.10 a)	151 mmol	23.13 d)	$\frac{(n - \xi)}{4n} P_i$
23.3	(c)	23.10 b)	0,788	23.13 e)	$\frac{3(n - \xi)}{4n} P_i$
23.4 a)	(b)	23.10 c)	0,21	23.14	(c)
23.4 b)	(c)	23.10 d)	213 mbar	23.15 a)	0
23.4 c)	(d)	23.10 e)	8 mmol	23.15 b)	-2
23.4 d)	(a)	23.10 f)	0,162	23.15 c)	+2
23.5	(b)	23.10 g)	164 mbar	23.15 d)	-1
23.6 a)	$0,078 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	23.10 h)	51 mbar	23.16 a)	$\frac{P_{\text{NH}_3}^2 (P^\circ)^2}{P_{\text{N}_2} P_{\text{H}_2}^3}$
23.6 b)	$24,8 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$	23.11 a)	faux	23.16 b)	$\frac{(P^\circ)^5}{P_{\text{H}_2}^4 P_{\text{O}_2}}$
23.6 c)	$2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$	23.11 b)	faux	23.16 c)	$\frac{[\text{CO}_2] (P^\circ)^3}{P_{\text{CH}_4} P_{\text{O}_2}^2 C^\circ}$
23.6 d)	H_2	23.11 c)	vrai	23.16 d)	$\frac{[\text{H}_2\text{CO}_3] P^\circ}{P_{\text{CO}_2} C^\circ}$
23.7 a)	RT	23.11 d)	faux	23.17	(c)
23.7 b)	$RT + bP - \frac{a}{V_m} + \frac{ab}{V_m^2}$	23.12 a)	4 bar		
23.7 c)	0	23.12 b)	0,78 bar		
23.8	(a)	23.12 c)	$2 \times 10^{-4} \text{ bar}$		
		23.12 d)	$9 \times 10^1 \text{ bar}$		
		23.12 e)	$6 \times 10^{-3} \text{ bar}$		

Fiche n° 24. Réactions chimiques

Réponses

- 24.1 a) $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$
- 24.1 b) $2\text{Ag}^+ + \text{Cu} = 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$
- 24.1 c) $2\text{NO} + 2\text{CO} = \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$
- 24.1 d) $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- = 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$
- 24.1 e) $2\text{C}_8\text{H}_{18} + 25\text{O}_2 = 16\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O}$
- 24.1 f) $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{Fe}^{2+} = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 24.2 $n_1 - \xi$
- 24.2 $n_2 - 3\xi$
- 24.2 2ξ
- 24.3 $\textcircled{\text{d}}$
- 24.4 $\textcircled{\text{e}}$
- 24.5 a) $\frac{a(\text{NH}_3)_{\text{eq}} \times a(\text{H}_2\text{O})_{\text{eq}}}{a(\text{NH}_4^+)_{\text{eq}} \times a(\text{HO}^-)_{\text{eq}}}$
- 24.5 b) $\frac{a(\text{NH}_3)_{\text{eq}} \times a(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{eq}}}{a(\text{NH}_4^+)_{\text{eq}} \times a(\text{H}_2\text{O})_{\text{eq}}}$
- 24.5 c) $\frac{a(\text{HO}^-)_{\text{eq}} \times a(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{eq}}}{a(\text{H}_2\text{O})_{\text{eq}}^2}$
- 24.5 d) $K^\circ = \frac{K_A}{K_e}$
- 24.5 e) $10^{4,75}$
- 24.6 a) $\textcircled{\text{a}}$
- 24.6 b) $\textcircled{\text{a}}$
- 24.6 c) $\textcircled{\text{b}}$
- 24.6 d) $\textcircled{\text{c}}$
- 24.7 $\textcircled{\text{b}}$
- 24.8 a) $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$

- 24.8 b) $4,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$
- 24.9 a) \textcircled{a}
- 24.9 b) \textcircled{a}
- 24.10 a) $\frac{(C^\circ(V_1 + V_2))^2}{(C_1V_1 - \xi) \times (C_2V_2 - \xi)}$
- 24.10 b) $\xi^2 - \xi(C_1V_1 + C_2V_2) + C_1C_2V_1V_2 - \frac{[C^\circ(V_1 + V_2)]^2}{K^\circ} = 0$
- 24.11 a) $\xi_v^2(1 - K^\circ) + \xi_v K^\circ(C_1 + C_2) - K^\circ C_1 C_2 = 0$
- 24.11 b) $\xi_v^2 + \xi_v(C_2 + K^\circ C^\circ) - K^\circ C_1 C^\circ = 0$
- 24.11 c) $\xi^2(K^\circ - 1) - \xi K^\circ(n_1 + n_2) + K^\circ n_1 n_2 = 0$
- 24.11 d) $4K^\circ \xi^2 - \xi \left(4K^\circ n + \frac{P^\circ V}{RT} \right) + K^\circ n^2 = 0$
- 24.11 e) $\xi^2(4K^\circ P + P^\circ) - \xi(4nK^\circ P + nP^\circ) + K^\circ n^2 P = 0$
- 24.12 a) $7,6 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 24.12 b) $3,6 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 24.13 a) $1,3$
- 24.13 b) 12
- 24.14 a) \textcircled{a}
- 24.14 b) \textcircled{a}
- 24.14 c) \textcircled{a}
- 24.14 d) \textcircled{b}
- 24.15 a) $\text{pH} = \text{p}K_A + \log_{10} \left(\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}\right)$
- 24.15 b) $8,9$
- 24.16 a) $\xi_v^2 + K_A C^\circ \xi_v - K_A C_1 C^\circ = 0$
- 24.16 b) $8,8 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 24.16 c) $3,9$

Fiche n° 25. Cinétique chimique

Réponses

25.1 a)	(a)	25.7 b)	k
25.1 b)	(d)	25.7 c)	$[A]_0 - \alpha kt$
25.1 c)	(c)	25.8 a)	$v = k[A]$
25.1 d)	(c)	25.8 b)	$[A]_0 \times \exp(-\alpha kt)$
25.2 a)	(a)	25.9 a)	$k[A]^2$
25.2 b)	(b)	25.9 b)	$\frac{1}{[A]_0} + \alpha kt$
25.2 c)	(a)(c)(d)	25.9 c)	$\frac{[A]_0}{1 + \alpha[A]_0 kt}$
25.2 d)	(c)	25.10 a)	$\frac{[A]_0}{2\alpha k}$
25.3 a)	Oui : 2	25.10 b)	$\frac{\ln(2)}{\alpha k}$
25.3 b)	Oui : $\frac{5}{2}$	25.10 c)	$\frac{1}{[A]_0 \alpha k}$
25.3 c)	Non	25.11 a)	1
25.4 a)	$5,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	25.11 b)	$7,90 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$
25.4 b)	$1,7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	25.12 a)	(b)
25.4 c)	$3,3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	25.12 b)	(a) et (c)
25.4 d)	$1,7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	25.12 c)	(b)
25.5 a)	$RT(\ln(A) - \ln(k))$	25.12 d)	(d)
25.5 b)	$53 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	25.13 a)	$m = 1$
25.6 a)	$\ln(A) - \frac{E_a}{RT}$	25.13 b)	$\ln(k \times [H_2]_0^m) + n \ln([S]_0)$
25.6 b)	$1,8 \times 10^2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	25.13 c)	$n = \frac{1}{2}$
25.6 c)	$5,3 \times 10^{11} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$	25.13 d)	$3,00 \text{ L}^{1/2} \cdot \text{mol}^{-1/2} \cdot \text{min}^{-1}$
25.7 a)	$-\frac{1}{\alpha} \frac{d[A]}{dt}$		

Fiche n° 26. Chiffres significatifs et incertitudes

Réponses

26.1 a) $3,15 \times 10^1$

26.1 b) $1,9 \times 10^{-3}$

26.1 c) $8,120 \times 10^{-1}$

26.1 d) $1,600\,002 \times 10^6$

26.1 e) $2,023\,9 \times 10^3$

26.1 f) $7,300 \times 10^3$

26.1 g) $3,30 \times 10^8$

26.1 h) $7,022 \times 10^{-3}$

26.2 a) 2

26.2 b) 4

26.2 c) 5

26.2 d) 2

26.3 a) 8,0 km

26.3 b) 31 cm

26.3 c) $1,0 \times 10^{-1}$

26.4 (c) et (d)

26.5 a) $(19,10 \pm 0,36) \text{ m}$

26.5 b) $(0,90 \pm 0,36) \text{ m}$

26.5 c) $(91,0 \pm 3,5) \text{ m}^2$

26.5 d) $0,910 \pm 0,035$

26.6 $(59,0 \pm 1,4) \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

26.7 a) $(1,191 \pm 0,035) \text{ W}$

26.7 b) $(1,175 \pm 0,059) \text{ W}$

26.7 c) (a)

26.8 a) (b)

26.8 b) (a)

26.8 c) (d)

26.9 a) $d \sqrt{\left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(\ell)}{\ell}\right)^2}$

26.9 b) $(74,4 \pm 4,4) \text{ } \mu\text{m}$

26.10 a) 4,929 5 V

26.10 b) 0,472 V

26.10 c) $(4,93 \pm 0,15) \text{ V}$

26.11 $(25,017 \pm 0,092) \text{ cm}$

26.12 (a)

26.13 a) $(1,780 \pm 0,050) \text{ mm}$

26.13 b) $(2,49 \pm 0,14) \text{ mm}^2$

26.14 a) (b)

26.14 b) (b)

26.14 c) (a)