



Numéro de place

5 0 2 4 7 1

Numéro d'inscription

5 3 8 3 3

Signature

Nom

X H O F F R A Y

Prénom

M I L S

CONCOURS CENTRALE-SUPÉLEC

Épreuve Physique - chimie 1

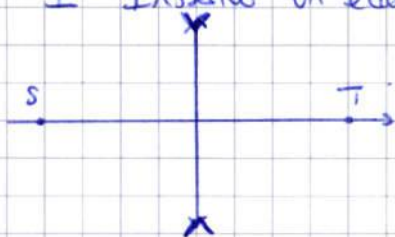
Ne rien porter sur cette feuille avant d'avoir complètement rempli l'entête

Feuille

0 1 / 0 3

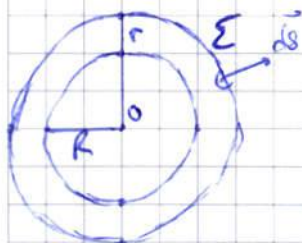
I - Installer un écran solaire dans l'espace ?

1.



On se place dans les conditions de Gauss c'est à dire des rayons proches de l'axe optique (ST), proche de ce dernier et formant des petits angles avec lui.

2. La distribution de masses est invariante par toute translation et symétrique par tout plan contenant son centre donc pour un point M de l'espace $\vec{G}(M) = G(r)\vec{u}_r$. On considère la surface de Gauss Σ , sphère de centre O (donc l'astre), formée, orientée vers l'extérieur et de rayon r . D'après le théorème de Gauss :



$$\oint_{\Sigma} G(r)\vec{u}_r \cdot d\vec{S} = -4\pi G M_{\text{int}} \quad \text{avec } S = 4\pi r^2$$

$$\Leftrightarrow G(r)S = -4\pi G M_{\text{int}} \Leftrightarrow 4\pi r^2 G(r) = -4\pi G M_{\text{int}}$$

si $r \geq R$ $M_{\text{int}} = M$ donc $G(r) = -G \frac{M}{r^2}$ puis $\vec{G}(r) = -G \frac{M}{r^2} \vec{u}_r$

si $r < R$ $M_{\text{int}} = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$ donc $G(r) = -G \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \frac{1}{r^2}$ puis

$$\vec{G}(r) = -\frac{4\pi G M R^3}{3} \frac{\vec{u}_r}{r^2} = -\frac{4\pi G M R^3}{3} \vec{u}_r$$

De plus $\vec{G} = -\text{grad } V = -\frac{dV}{dr} \vec{u}_r$ donc : si $r \geq R$ $dV(r) = -G \frac{M}{r^2} dr = -d\left(\frac{GM}{r} + C\right)$

donc $V(r) = \frac{GM}{r} + C$ et $\lim_{r \rightarrow \infty} V(r) = 0$ donc $C = 0$ et pour $r \geq R$ $V(r) = \frac{GM}{r}$

si $r < R$ $V(r) = \frac{4\pi G M R^3}{3} \frac{1}{r^2} = \frac{4}{3}\pi G M \cdot \frac{1}{2} r^2 + C' = \frac{2}{3}\pi G R^3 + C'$ et on a

continuité des potentiels à R donc $\frac{2}{3}\pi G R^3 + C' = G \frac{M}{R} \Rightarrow C' = \frac{3GM - 2\pi G R^3}{3R}$

3. on considère le système $[P]$ de masse m soumis à $\vec{G}(r) = -G \frac{Mm}{r^2} \vec{u}_r$ d'après le principe fondamental de la dynamique : $m \frac{d^2 \vec{OP}}{dt^2} = -G \frac{Mm}{r^2} \vec{u}_r$

Ne rien écrire

dans la partie barrée

or P en rotation ~~uniforme~~ circulaire autour de l'étoile alors $\vec{OP} = r\vec{u}_r$, $\frac{d\vec{OP}}{dt} = r\omega\vec{u}_\theta$
 et $\frac{d^2\vec{OP}}{dt^2} = -r\omega^2\vec{u}_r$ alors $-r\omega^2\vec{u}_r = -G\frac{Mm}{r^2}\vec{u}_r$ puis $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$

B- Les points de Lagrange

4- les points de Lagrange sont des points d'équilibre gravitationnel donc en ces points

la force de gravitation exercée par la Terre et celle du Soleil se compensent. Si $z \neq 0$

alors comme $D = M_T \|\vec{OA}\| + M_S \|\vec{SA}\|$ où S centre du Soleil

$$\text{donc } \frac{d\vec{E}_p}{dt} = P(\vec{g}_T(M)) + P(\vec{g}_S(M)) = -\frac{G M_T M}{\|\vec{OA}\|^3} \vec{OA} - \frac{G M_S M}{\|\vec{SA}\|^3} \vec{SA}$$

$$= -\frac{G M_T}{\|\vec{OA}\|^3} \vec{OA} - \frac{G M_S}{\|\vec{SA}\|^3} \vec{SA} \text{ avec } \vec{O} = \vec{x}\vec{u}_x + \vec{y}\vec{u}_y + \vec{z}\vec{u}_z$$

$$\text{et } \vec{u}_x = \cos(\omega t)\vec{u}_x + \sin(\omega t)\vec{u}_y \text{ et } \vec{u}_y = \cos(\omega t)\vec{u}_y - \sin(\omega t)\vec{u}_x$$

$$\text{et } \vec{O} = \dot{x}\vec{u}_x + \dot{y}\vec{u}_y + \dot{z}\vec{u}_z = \dot{x}\vec{u}_x + \dot{y}\vec{u}_y + \dot{z}\vec{u}_z$$

Et on se situe sur un point de Lagrange donc d'équilibre c'est à dire $\frac{d\vec{E}_p}{dt} = 0$

$$\text{donc } \vec{O} = \vec{0} \text{ on a } \vec{O} = \vec{0} \Rightarrow -\frac{G M_T}{(\vec{u}-\vec{x}_0)^2 + (\vec{y}-\vec{y}_0)^2} \vec{O} = -\frac{G M_S}{(\vec{u}-\vec{s})^2 + (\vec{y}-\vec{s})^2} \vec{O}$$

D-fabrication de fibres

1- le dioxyde de titane

18. on a $1 + 8 \times \frac{1}{8}$ gènes de Ti et 6 gènes de O_2 due 8 atomes due la maille, ce n'est pas cohérent avec la formule stœchiométrique du TiO_2 car il y a plus de des fois le nombre d'atomes de Ti que d'oxygène

19. la valeur de la maille $V = a \times b \times c = 6,2 \times 10^{-29} m^3$

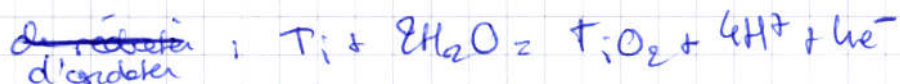
$$\text{et } m_{Ti} = \frac{M_{Ti}}{N_A} = \frac{47.88}{6.022 \times 10^{23}} = 7.95 \times 10^{-23} g$$

$$\text{et } m_{O_2} = \frac{M_{O_2}}{N_A} = \frac{32}{6.022 \times 10^{23}} = 5.31 \times 10^{-23} g$$

$$\text{donc } \rho = \frac{m}{V} = \frac{m_{Ti} + m_{O_2}}{V} = 5,2 \times 10^6 g \cdot m^{-3} = 5200 kg \cdot m^{-3}$$

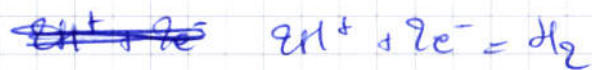
2- synthèse du dioxyde de titane par électrolyse

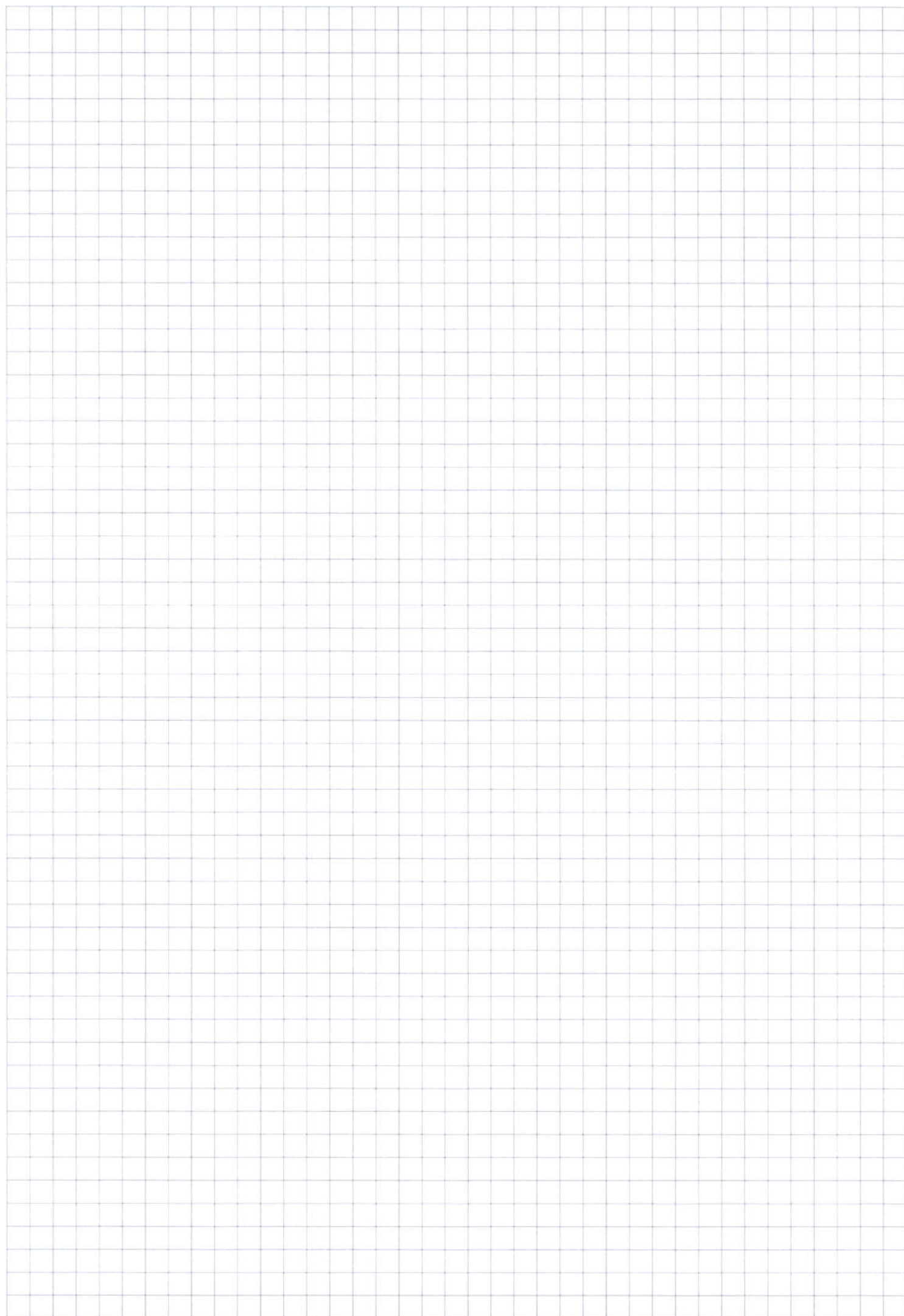
20- au niveau de l'électrode de Ti , on a la réaction d'oxydation $Ti \rightarrow TiO_2$



donc c'est la cathode l'anode

et l'anode est l'électrode de platine où se fait la réaction d'oxydation de l'eau







Numéro de place

5 0 2 4 7 1

Numéro d'inscription

5 3 8 9 3

Signature

Nom

X H O F F R A Y

Prénom

M I L S

CONCOURS CENTRALE-SUPÉLEC

Épreuve Physique - chimie 1

Ne rien porter sur cette feuille avant d'avoir complètement rempli l'entête

Feuille

0 2 / 0 3

II- Agir sur la Terre - Renouvellement énergétique des bâtiments

A - Menisier

1- Puissance de chauffage nécessaire à la résidence

25. Pour une température extérieure de -7°C et intérieure de 19°C , on a un écart de 26°C de température soit $299,15\text{ K}$

Ainsi par chaque type de surface on a les dépenses suivantes:

$$P_1 = 3,16 \times 299,15 \times 5650 = 5341024\text{ W par les murs}$$

$$P_2 = 7,04 \times 10^5\text{ W toiture et par le sol et l'étage, } P_5 = 1,2 \times 10^6\text{ W}$$

$$P_3 = 1,7 \times 10^6\text{ W cuisine}$$

$$P_4 = 1,2 \times 10^6\text{ W placards}$$

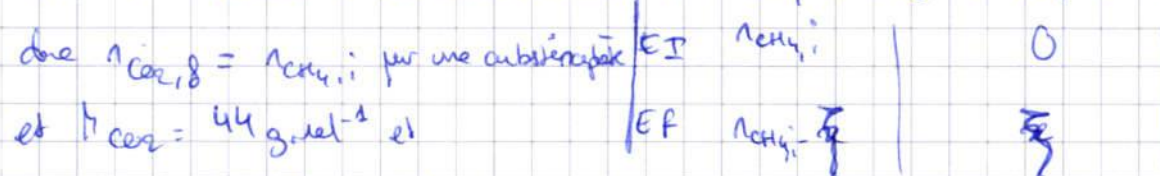
$$\text{Ainsi on trouve } P_c = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 1,01 \times 10^7\text{ W en régime stationnaire}$$

2- Chauffage au gaz naturel

26. On a la combustion du méthane qui donne $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$$\text{donc le } \Delta_r H^{\circ} \text{ de la réaction est } \Delta_r H^{\circ} = -393 - 2 \times 285 + 75 = -888\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

et on a le tableau d'avancement suivant



$$n_{\text{CO}_2} = \frac{1900}{44} n_{\text{CO}_2, f} n_{\text{CO}_2}$$

$$\text{on en déduit que la puissance est } 1900\text{ kW}\cdot\text{h sur } \frac{1900}{3600}\text{ kW}\cdot\text{s} = 0,53\text{ MJ}$$

on peut considérer le chauffage comme réversible donc $\Delta H = Q = \Delta_r H^{\circ}$

$$\text{et } Q = P \Delta t = -P \times 365,25 \text{ de } \gamma = \frac{953 \times 10^6 \times 365,25}{888 \times 10^3} = 218\text{ mol}$$

Ne rien écrire

dans la partie barrée

$$\text{donc } m_{\text{cor}} = m_{\text{cor}} = 9592 \text{ g} = 9,582 \text{ kg}$$

B- Actif à court terme : équilibre du réseau de chauffage

Q7. on se place en régime stationnaire donc T indépendant du temps et

$$\text{la première loi de joule donc que } dU = \cancel{Q_{\text{nc}}(T(u) - T_e)} \cancel{Q_{\text{nc}} \frac{dT}{du}} = Q_{\text{nc}} dt$$

$$\text{et } dU = -g(T(u) - T_e) du \text{ que on a :}$$

$$Q_{\text{nc}} \frac{dT}{du} = g(T_e - T(u)) \Leftrightarrow \frac{dT}{du} + \frac{g}{Q_{\text{nc}}} T(u) = \frac{g}{Q_{\text{nc}}} T_e$$

$$\Leftrightarrow \frac{dT}{du} + \frac{T(u)}{\tau} = \frac{T_e}{\tau} \quad \text{avec } \tau = Q_{\text{nc}} r = \frac{Q_{\text{nc}}}{g}$$

$$\text{Q8. On a donc se } T(u) = C \exp\left(-\frac{u}{\tau}\right) + T_e \text{ et } T(u=0) = T_0 = C + T_e$$

$$\text{donc } T(u) = (T_0 - T_e) \exp\left(-\frac{u}{\tau}\right) + T_e$$

$$\text{Q9. d'une nouvelle ordonnée on trouve se } Q_{\text{nc}} \frac{dT_i}{du} + T_i(u) \left(\frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_2}\right) = \frac{T_e}{\tau_2} + \frac{T(u)}{\tau_1}$$

$$\text{avec } T_i(u) = C' \exp\left(-\frac{Q_{\text{nc}} r_1 r_2}{r_1 + r_2} u\right) = (T_0 - T_e) \exp\left(-\frac{Q_{\text{nc}} r_1 r_2}{r_1 + r_2} u\right) + T_e \frac{r_1}{r_1 + r_2}$$

$$\text{avec } T_i(u) = (T_0 - T_e) \left(\frac{r_1}{r_1 + r_2} \right)$$

$$\text{d'une nouvelle ordonnée on trouve se } Q_{\text{nc}} \frac{dT_i}{du} + T_i(u) \left(\frac{1}{\tau_1} + \frac{1}{\tau_2}\right) = \frac{T_e}{\tau_2} + \frac{T(u)}{\tau_1}$$

$$\text{on a la même forme } T_i(u) = C' \exp\left(-\frac{Q_{\text{nc}} r_1 r_2}{r_1 + r_2} u\right) \text{ avec } C' = \frac{Q_{\text{nc}} r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

$$\text{et } T_i(u) = \frac{T_e}{\tau_2} + \frac{T(u) \tau}{\tau_1 (\tau - \tau)}$$

$$\text{donc } T_i(u) = C' \exp\left(-\frac{u}{\tau}\right) + \frac{T_e}{\tau_2} + \frac{T(u) \tau}{\tau_1 (\tau - \tau)} \quad \text{et } T_i(u=0) = T_{\text{min}} = \frac{T_e}{\tau_2} + \frac{T_0 \tau}{\tau_1 (\tau - \tau)}$$

$$\text{Q10. on veut se } T_i(u=0) = T_{\text{min}} = \frac{T_e}{\tau_2} + \frac{T_0 \tau}{\tau_1 (\tau - \tau)}$$

C- Actes à retenir

1- Isolant thermique par l'extérieur

35. on appelle $c = 0,037 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ la conductivité thermique de la laine de roche
chaque plaque a une résistance propre $R = \frac{1}{cS}$ et on peut se dire des
résistances on trouve que $R_{\text{tot}} = n R$ où R est la résistance et n le nombre de résistances
ici le nombre de plaques d'isolant.

Pour avoir une réduction de p des dépenses on a des $\eta = \frac{(T_1 - T_2)}{1/R} = \frac{n(T_1 - T_2)}{R}$
donc $n = \frac{1}{\eta}$ ainsi par une réduction de 45% il faut 2 plaques

Soit une gaine $e = 12 \cdot 10^{-2} \times n = 12 \cdot 10^{-2} \times \frac{1}{\eta} = 0,24 \text{ m} = 24 \text{ cm}$

2- Remplacement de la chaudière par une pompe à chaleur

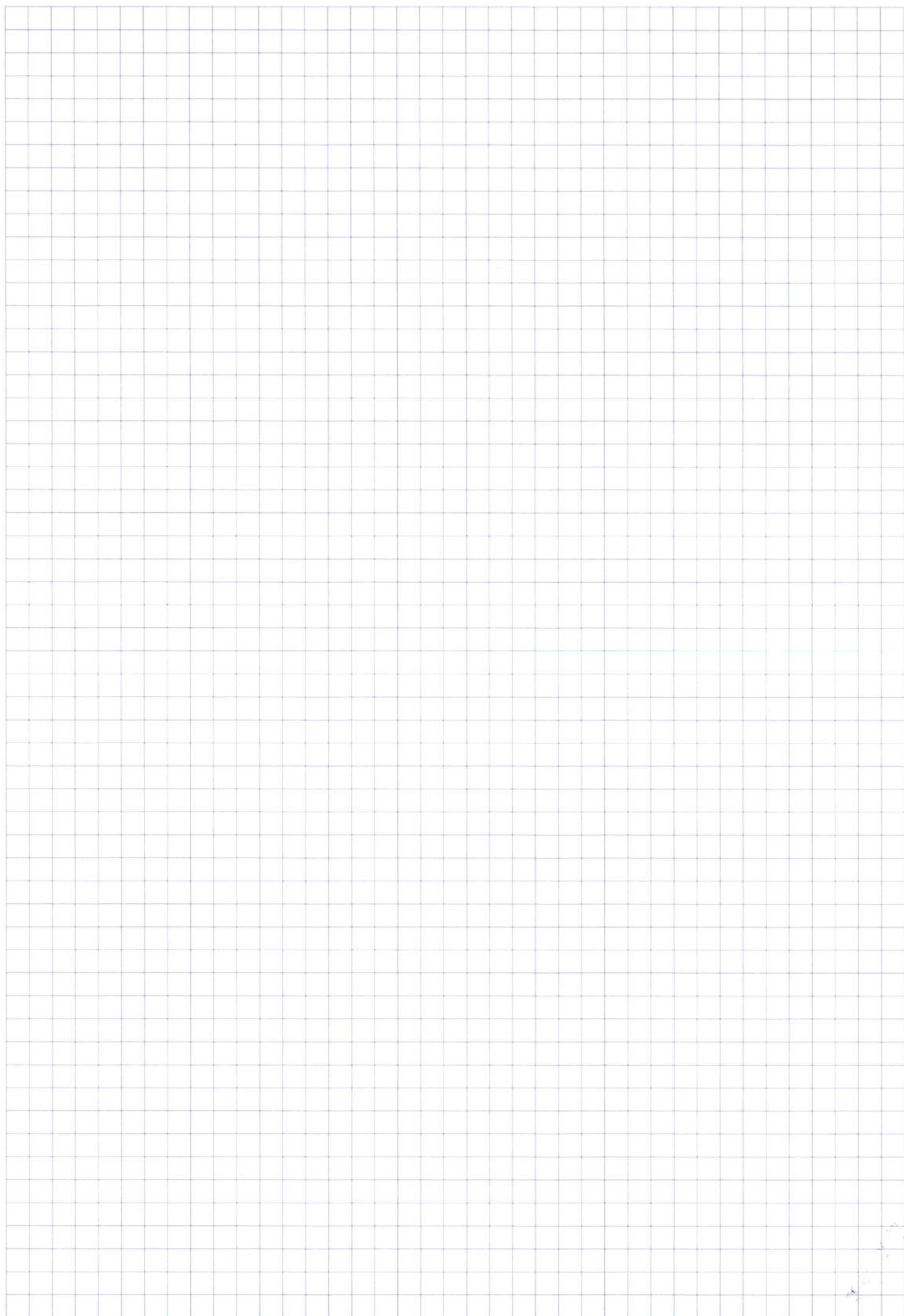
36. le coefficient de performance est de 1,16

38. on trouve par le COP $= \frac{415 - 200}{455 - 315} = 1,59$

40. on note propre puissance la pompe à chaleur donne $58,70 \text{ kW}$ et on a

$32,60 \text{ kW}$ sachant que l'on souhaite produire $P = 1900 \text{ kW} \cdot \text{h}$ soit $P = \frac{1900 \cdot 10^6}{8760} \text{ W} \cdot \text{h}$
et donc il est nécessaire d'avoir $\frac{P}{58,7 \cdot 10^3} = 3,7$ pompes à chaleur

On a donc besoin de 4 pompes à chaleur.





Numéro de place

502471

Numéro d'inscription

53899

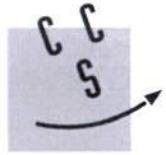
Signature

Nom

XHOFFRAY

Prénom

NILS



CONCOURS CENTRALE-SUPÉLEC

Épreuve : Physique-chimie 1 MP

Ne rien porter sur cette feuille avant d'avoir complètement rempli l'entête

Feuille

03 / 03

Question 6

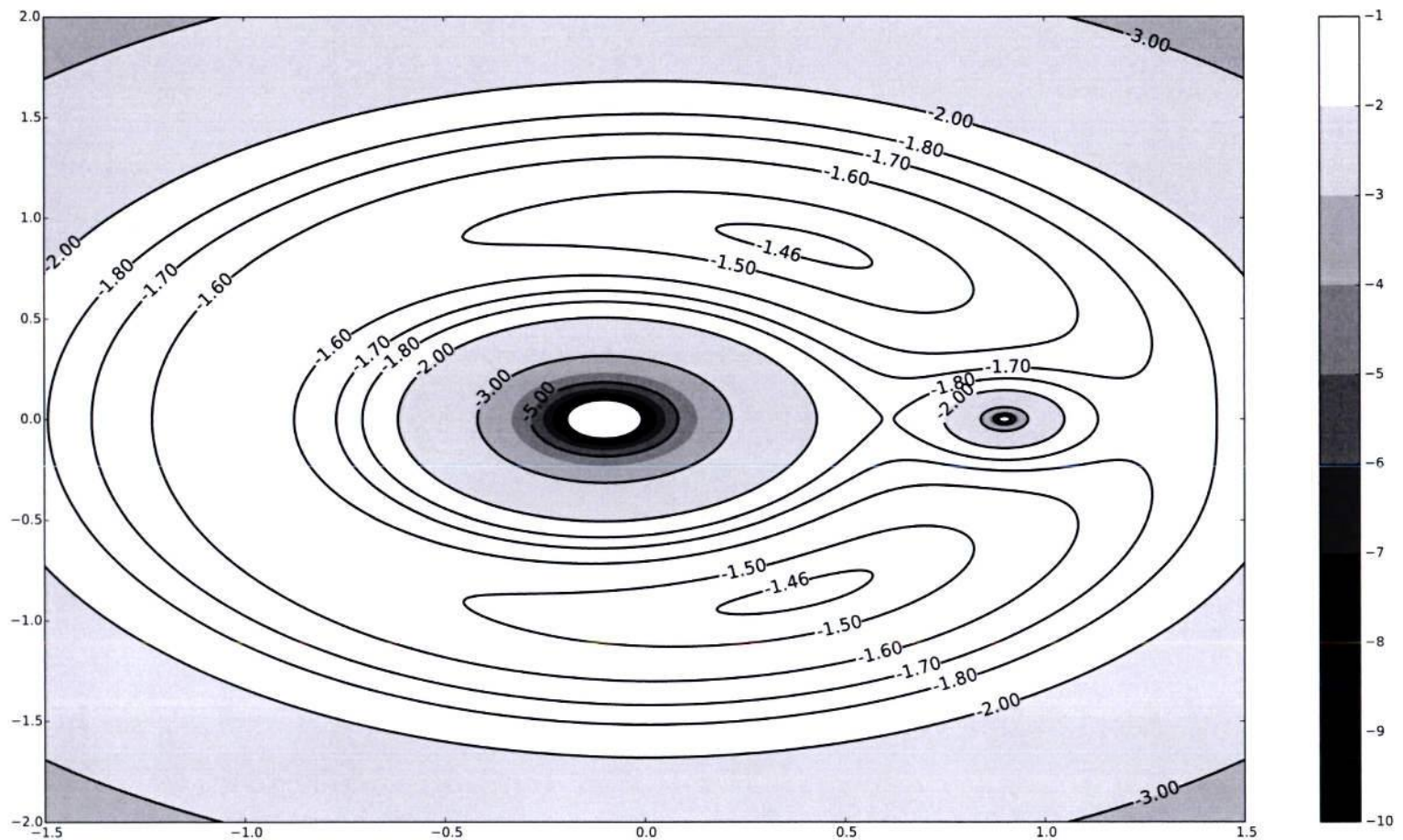


Figure A Courbes isoénergies potentielles dans le référentiel (\mathcal{R}) d'étude. Par souci de lisibilité, la carte est représentée pour $a' = \frac{1}{10}$ ne correspondant pas au vrai rapport de masse $\frac{M_T}{M}$ du système {Terre+Soleil}

Ne rien écrire

dans la partie barrée

P056-DR/2023-03-20 20:27:39

Question 14

Compléter les lignes de code dans les cadres prévus à cet effet. Dans la zone quadrillée, des lignes de code complètes sont attendues.

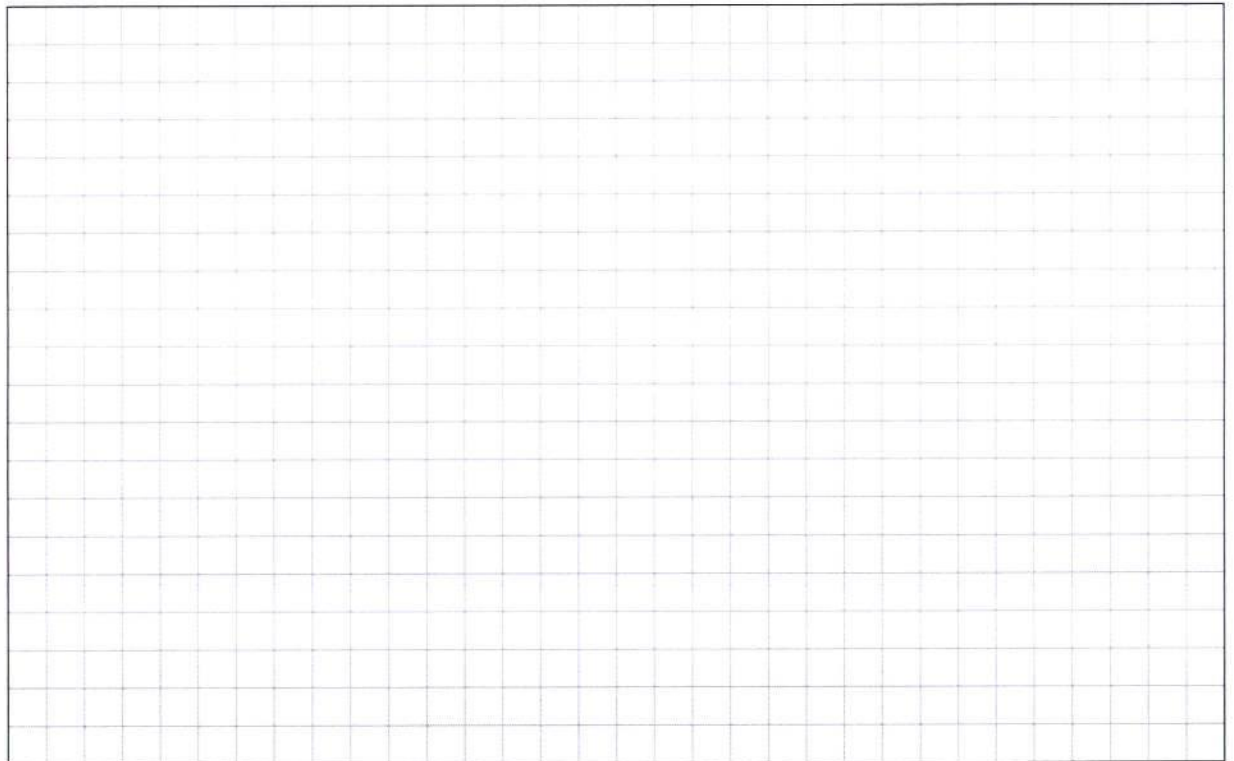
```
import numpy as np
# np.pi fournit la valeur du nombre pi=3.14151....

def resol(init, tau_f, N):
    """
    init : ndarray, vecteur contenant les valeurs initiales de u, v, w, up, vp, wp
    tau_f : float, on resout le probleme sur l'intervalle de temps [0, tau_f]
    N : int, nombre de points de calcul
    """
    global A, B, C # coefficients du système d'équations

    h =  # pas temporel

    tau = np.arange(0, tau_f, h)
    u = np.zeros(N); v = np.zeros(N); w = np.zeros(N) # vecteurs contenant N zéros
    up = np.zeros(N); vp = np.zeros(N); wp = np.zeros(N)

    u[0], v[0], w[0], up[0], vp[0], wp[0] = 
```



```
return tau, u, v, w, up, vp, wp
```

Figure B Fonction de résolution numérique du système d'équations (3)

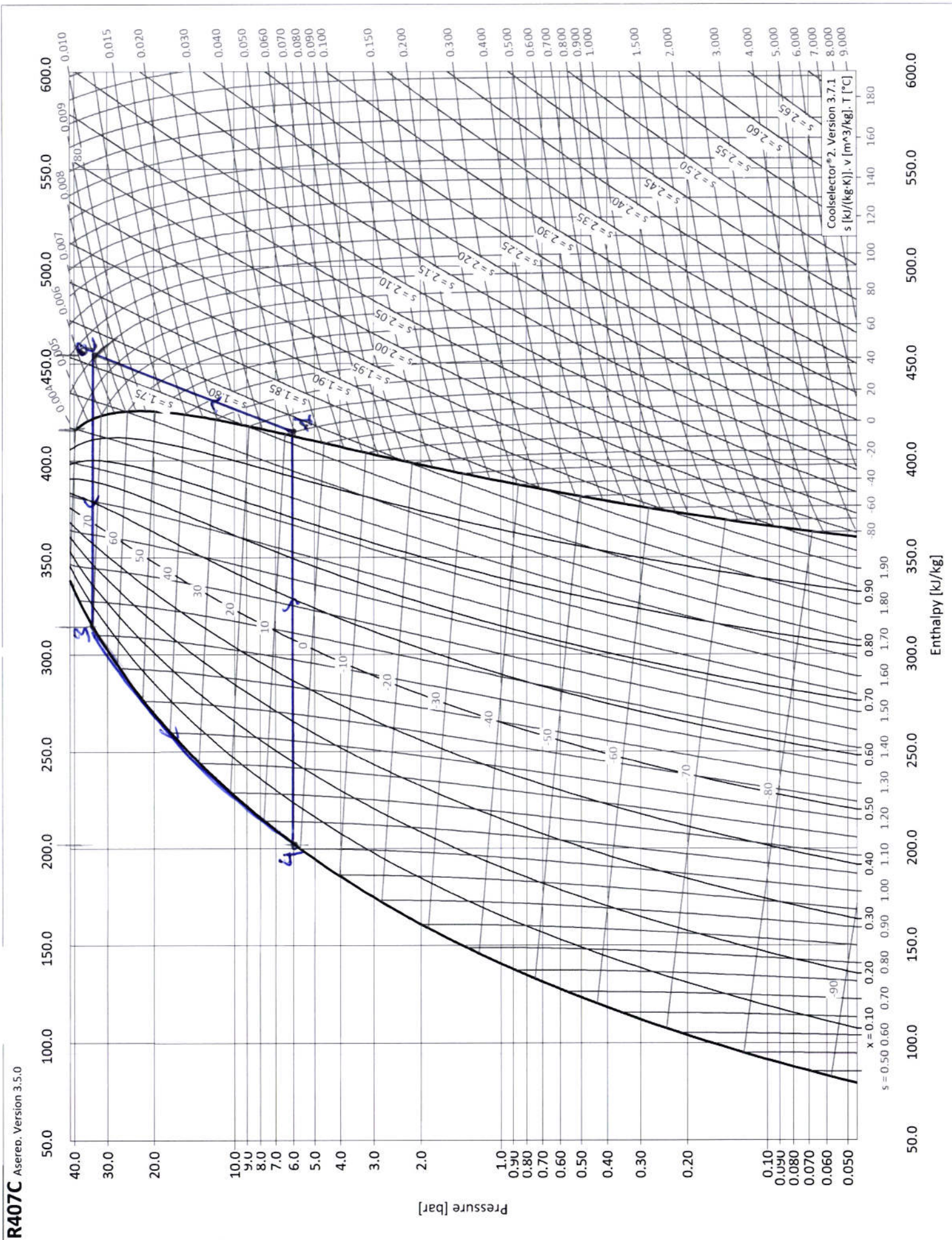


Figure C Diagramme enthalpique du fluide R407c

	Priorité COP	Priorité puissance
Température de l'eau : entrée 30 °C, sortie 35 °C (température extérieure +7 °C)		
Puissance nominale (kW)	45,00	63,40
Puissance absorbée nominale (kW)	10,90	17,70
COP à puissance nominale	4,13	3,58
Température de l'eau : entrée 40 °C, sortie 45 °C (température extérieure +7 °C)		
Puissance nominale (kW)	45,00	63,20
Puissance absorbée nominale (kW)	12,90	20,90
COP à puissance nominale	3,49	3,02
Température de l'eau : sortie 70 °C (température extérieure +7 °C)		
Puissance nominale (kW)	45,00	58,70
Puissance absorbée nominale (kW)	25,60	32,60
COP à puissance nominale	1,76	1,80
Température de l'eau : entrée 30 °C, sortie 35 °C (température extérieure +20 °C)		
Puissance nominale (kW)	45,00	73,90
Puissance absorbée nominale (kW)	7,40	15,30
COP à puissance nominale	6,08	4,83
Poids net à vide (kg)	526	526
Débit minimum / nominal (kg·h ⁻¹)	3950 / 7900	3950 / 7900
Diamètre entrée / sortie du circuit de chauffage (mm)	38,1 / 38,1	38,1 / 38,1
Plage de fonctionnement température extérieure garantie (°C)	-20 / +40	-20 / +40
Fluide / charge	R407C / 5,5 kg × 2	R407C / 5,5 kg × 2
PRG / équivalent CO ₂ (- / kg)	1774 / 19 514	1774 / 19 514
Alimentation électrique unité extérieure ~ 50 Hz	400 V - 3P + N + T	400 V - 3P + N + T

Figure D Caractéristiques de la pompe à chaleur