الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Aboubakr BELKAÏD – Tlemcen –
جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان –
Faculté de Technologie
كلية التكنولوجيا

Date : 26 Février 2022
Département : **Génie Mécanique**
Spécialité : **Energétique**

Durée : 02 h
Domaine : ST
Filière : **Génie Mécanique**

Concours de doctorat- Epreuve de spécialité
Machines Thermiques
Sujet 02

Exercice n°1 (07 pts)

Une centrale de turbine à gaz se compose de deux turbines. Une turbine entraîne le compresseur et l'autre développe la puissance de sortie pour entraîner le générateur d'électricité (Figure 01). Les deux turbines ont leurs propres chambres de combustion alimentées directement par l'air du compresseur. L'air pénètre dans le compresseur à 1 *bar* et 15 °C avec un rapport de pression égal à 8 et une efficacité isentropique de 80 %. En raison de l'apport de chaleur dans les deux chambres de combustion, la température d'entrée du gaz à chaque turbine atteint 900 °C. L'efficacité isentropique des deux turbines est de 85 %. Pour un débit d'air de 20 *kg/s* aspiré par le compresseur, déterminez :

(a) Le rendement thermique du cycle thermodynamique si le rendement mécanique est de 96 % et le rendement du générateur d'électricité est de 95 % ;
(b) La puissance développée par la turbine à gaz ;
(c) Le rapport air-carburant si le pouvoir calorifique du carburant utilisé est de 42 MJ/kg ;
(d) Le rapport de la puissance consommée par le compresseur à la puissance produite par la turbine (BWR) ;

On admettra que :
C_p=1,005 *KJ/(kg.K)*, γ = 1,4 pour l'air et C_p = 1,128 kJ/(kg K), γ = 1,34 pour les gaz.
NB : Négligez la masse de carburant (m_c) devant celle de l'air.

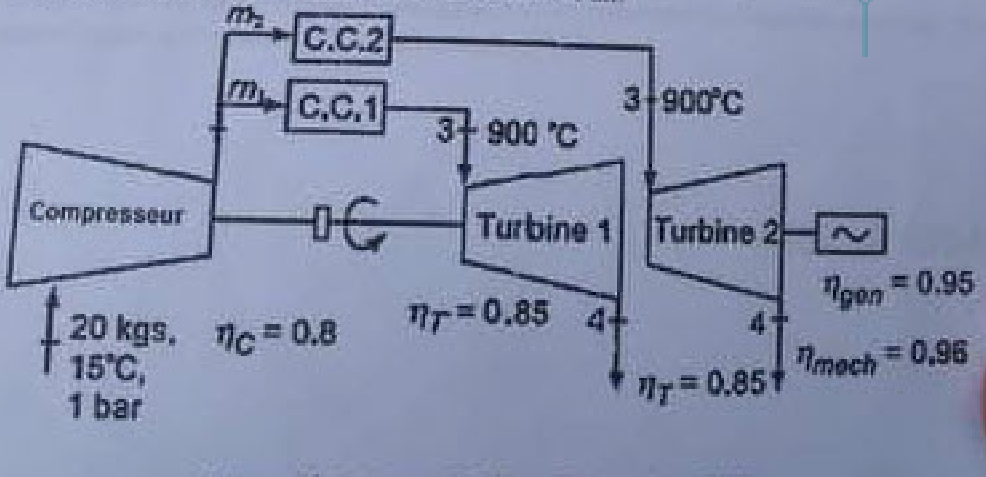


Figure 01 : Schéma de l'installation de turbine.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Aboubakr BELKAÏD – Tlemcen – جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان –
Faculté de Technologie كلية التكنولوجيا

Exercice n°2 (13 pts)

Soit la centrale thermique de cogénération (Figure 2). La vapeur d'eau entre dans la turbine à 8 *MPa* et à 600 °C. Une partie de la vapeur est soutirée de la turbine à 200 *kPa* pour alimenter un procédé industriel. Le reste de la vapeur poursuit la détente dans la turbine jusqu'à 10 *kPa*. La vapeur est condensée à pression constante, puis elle est pompée à la pression de la chaudière. Lorsque la demande en chaleur industrielle est grande, une partie de la vapeur qui sort de la chaudière est détournée vers l'échangeur de chaleur industrielle en traversant un détendeur. Les fractions de vapeur soutirée sont réglées de telle façon que la vapeur d'eau sortant de l'échangeur de chaleur industrielle soit sous forme de liquide saturé à 200 *kPa*. Ce liquide est ensuite pompé dans la chaudière à 8 *MPa*. Le débit massique de vapeur d'eau dans la chaudière est de 20 *kg/s*. Les pertes de chaleur et les chutes de pression dans les conduits et les composants du cycle sont négligeables. Déterminez :

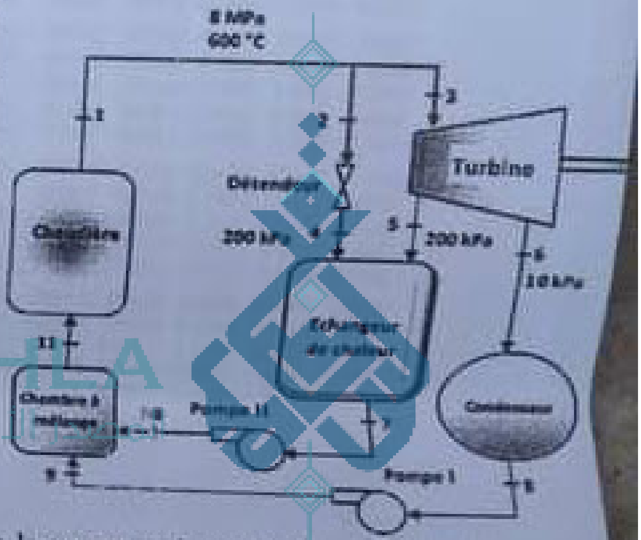


Figure 2

a) la puissance thermique industrielle maximale ;
b) la puissance mécanique produite et le rendement de l'installation de cogénération lorsqu'il n'y a pas de production de chaleur industrielle ;
c) la puissance thermique industrielle lorsque 15 % de la vapeur qui sort de la chaudière est détournée vers l'échangeur et 65 % de la vapeur est soutirée de la turbine à 200 *kPa* pour alimenter l'échangeur, puis le rendement de l'installation de cogénération ;
d) tracez le cycle de l'installation sur le diagramme (TS) ?

BONNE CHANCE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Democratic And Popular Republic Of Algeria
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عباس لغرور- خنشلة
Abbès Laghrour University Khenchela
نيابة مديرية الجامعة للتكوين العالي في الطور الثالث، التأهيل الجامعي، البحث العلمي، وكذا التكوين العالي فيما بعد التدرج
Vice Rectorate of the Higher Education of the Third cycle And University Accreditation, Scientific Research, And Higher Education in Post Graduation

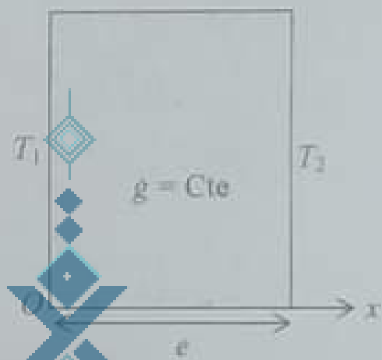
Concours d'accès à la formation doctorale de 3eme cycle
Filière : Génie mécanique
Spécialité : Énergétique

Épreuve : Transfert de chaleur
Date : 26-02-2022

(Durée : 2h)
(Calculatrice autorisée)

Exercice 1 : (7 points)

La figure ci-contre représente un mur d'épaisseur e et de conductivité thermique k, dans lequel une source de chaleur de puissance volumique, positive et constante dans le temps, est répartie uniformément (g = *Cte*> 0).En supposant la diffusion thermique unidirectionnelle suivant l'axe x, la distribution de température $T(x)$ dans la paroi est obtenue par la résolution de l'équation différentielle suivante : $\frac{d^2T(x)}{dx^2} + \frac{g}{k} = 0$. En adoptant les conditions aux limites suivantes $\begin{cases} T(x=0) = T_1 \\ T(x=e) = T_2 \end{cases}$.



Déterminer en fonction de k, e, g, T_1 et T_2 :

1- l'expression de la température $T(x)$.
2- l'expression de la densité du flux de chaleur traversant le mur, $\varphi(x)$.
3- l'expression de la cordonnée où la température est maximale dans le mur, x_{max}.
4- l'expression de la température maximale, T_{max}.

Exercice 2 : (7 points)

Dans un endroit de haute altitude, l'air à 20°C s'écoule avec une vitesse de 8 m/s sur une plaque plane de $1.5m \times 16m$, dont la température est de 140°C (viscosité cinématique de l'air $\nu = 2.548 \times 10^{-5}\ m^2/s$). Déterminez le flux de chaleur dissipé par la plaque si l'air s'écoule parallèlement au :

a) Côté de 16 m de long
b) Côté de 1,5 m de long.

Pour l'air à 80°C, on donne : $k = 0.02953\ W/(m.°C)$, $Pr = 0.7154$,
le nombre de Nusselt moyen sur toute la plaque est donné par
Pour $Re < 5 \times 10^5$ le régime est laminaire : $Nu = 0.664Re^{0.5}Pr^{1/3}$
Pour $5 \times 10^5 \leq Re \leq 10^7$ et $0.6 \leq Pr \leq 60$ le régime est turbulent : $Nu = 0.037Re^{0.8}Pr^{1/3}$

Exercice 3 : (6 points)

Pour chauffer une pièce d'un appartement, on dispose de quatre radiateurs infrarouges constitués chacun d'une plaque chauffante de 40 cm x 60 cm. Ces radiateurs rayonnent comme des corps noirs.
On donne la constante de Stefan Boltzmann $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}\ W/(m^2.K^4)$. Déterminer :

1. La température de ces radiateurs.
2. La longueur d'onde pour laquelle la luminance est maximale.

Pour les deux cas de fonctionnement :

- Régime ralenti la puissance fournie est 1500 kcal/h.
- Plein régime la puissance fournie est 2500 kcal/h.

$\frac{T_2 - T_1}{e} + \frac{g e}{2K}$

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC OF ALGERIA

Ministry of Higher Education and Scientific Research
M'hamed Bougara University
Boumerdes

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة امحمد بوقرة
بومرداس

كلية التكنولوجيا
Faculty of Technology

Concours d'accès à la formation 3ème cycle au titre de l'année universitaire 2021/2022 du 03/03/2022

Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Energétique
Epreuve : Mécanique des Fluides
Coefficient : 03
Durée : 2 *h*

الشعبة: ....
التخصص: ....
الموضوع الأول: ....
المعامل: 03
المدة: ساعتان

SUJET N°1

***Exo.1* (10pts)**

On considère l'écoulement d'un fluide newtonien incompressible et pesant caractérisé par une longueur L, vitesse V_0 et un temps T de références. On utilise la notation usuelle.

1.1 Montrer l'équation de Navier-Stokes peut se ramener à la forme adimensionnée suivante

$$P_1\frac{\partial\vec{v}}{\partial t}+(\vec{v}.\nabla)\vec{v}=-P_2\nabla p+P_3\vec{e_z}+P_4\nabla^2\vec{v}$$

-Identifier et interpréter les paramètres $P_i(i=1,2,3,4)$ *et* $P_5=P_1/P_4$

1.2 Dans un référentiel tournant à vitesse uniforme $\vec{\omega}$ (parallèle à l'axe de rotation), **montrer** que l'équation de Navier Stokes se ramène à la forme suivante :

$$\frac{D\vec{v_r}}{Dt}=-\frac{1}{\rho}\nabla p-2\vec{\omega}\wedge\vec{v_r}-\vec{\omega}\wedge(\vec{\omega}\wedge\vec{r})+\nu\nabla^2\vec{v_r}$$ (*$\wedge$ étant le symbole du produit vectoriel*)

$\vec{r}=\overrightarrow{oM}$ est le vecteur position d'un point M lié au repère tournant et $\vec{v_r}$ la vitesse relative au référentiel absolu

-**Interpréter** les termes explicitant $\vec{\omega}$. Quel est l'intérêt de cette formulation ?

1.3 On s'intéresse à l'écoulement qui se développe sur une épaisseur δ au dessus d'une paroi de faible courbure et de longueur caractéristique $L(L\gg\delta)$. Extérieur à cette zone le champ de vitesse $\vec{V}=U_e(x)\vec{e_x}$ (*oy étant la direction normale à la paroi*).

-Etablir les équations de la couche limite laminaire bidimensionnelle de Prandtl (justifier toutes les étapes)

Exo2. **(10ts)**

Epreuve de Mécanique des fluides

Système de notation:

- Une bonne réponse donne une note positive (+0,5),
- Une mauvaise réponse donne une note négative (-0,5),
- si vous ne connaissez pas la réponse: cochez "je ne sais pas", votre note est nulle.

La méthode qui consiste à étudier le mouvement d'un fluide en suivant une particule arbitraire dans son mouvement est appelée méthode :	
Lagrangienne	
Eulérienne	X
Je ne sais pas	

Les forces de pression sont dues aux :	
Chocs des particules contre les parois	X
Aux frottements des particules contre les parois	
Je ne sais pas	

Quelle est l'énergie de pression contenue dans un volume *V* de fluide dont la pression est *P* ?	
$E_{pr} = P \cdot V^2$	
$E_{pr} = P \cdot V$	
$E_{pr} = P/V$	
Je ne sais pas	X

A l'interface entre deux fluides, comment varie la pression ?	
Il n'y a aucune relation entre la pression de part et d'autre de l'interface	
La pression est égale de part et d'autre de l'interface	
La pression varie brutalement lorsqu'on traverse l'interface	X
Je ne sais pas	

Quelle est l'intensité de la poussée d'Archimède sur un flotteur ?	
Elle est égale au poids d'un volume de liquide égal au volume immergé de flotteur	
Elle est égale au poids du flotteur	
Elle est égale au poids d'un volume de liquide égal au volume du flotteur	
Je ne sais pas	X
Comment la viscosité d'un fluide intervient-elle en statique ?	
Elle n'intervient pas	
Elle intervient peu	X
Je ne sais pas	
Dans un tube cylindrique à base circulaire, la répartition radiale de la vitesse est-elle linéaire ou parabolique?	

Linéaire	X
Parabolique	
Je ne sais pas	

Un fluide Newtonien est un fluide dont la contrainte de cisaillement est proportionnelle:	
au gradient de vitesse	X
à la vitesse	
Je ne sais pas	

Un écoulement fluide sur une plaque plane devient turbulent lorsque le nombre de Reynolds dépasse:	
2300	X
$2.\ 10^5$	
Je ne sais pas	

Un tube de Pitot nous permet de mesurer :	
La vitesse	X
La température	
La densité	
Je ne sais pas	

La perte de charge linéaire (en m) d'un fluide en écoulement à la vitesse V dans une conduite est proportionnelle à :	
V^2	
V	
1/V	
Je ne sais pas	X

Un écoulement parfait :	
est un écoulement pour lequel on néglige les forces visqueuses	
est un écoulement qui satisfait l'équation des fluides parfaits	X
Je ne sais pas	

Quand le vecteur tourbillon $\overline{\Omega}$ est nul, on a un mouvement rotationnel	
Oui	
Non	X
Je ne sais pas	

L'équation de continuité traduit :	
la conservation de la masse	
la continuité de la quantité de mouvement	X
Je ne sais pas	

Université Frères Mentouri Constantine1
Faculté des Sciences de la Technologie
Département de Génie Mécanique

Concours de Doctorat 3ème Cycle
Option Energétique
Epreuves Transfert de chaleur et Moteurs à Combustion Interne

Exercice 1 (5 Points)

Soit un moteur à explosion interne fonctionnant selon le cycle avec apport de chaleur à volume constant. La substance évoluante est assimilée à de l'air gaz parfait de chaleur massique supposée constante Cp = 1000 [J/kg.°k].

a) Déterminer les paramètres de chaque état, en supposant l'élévation de température égale à 2000[°k], durant la combustion.
b) Le pouvoir calorifique de l'essence étant égal à 42000 [kJ/kg], calculer la masse brûlée d'essence dans le cylindre.
c) Calculer le volume engendré par la course du piston.
d) Etablir le bilan thermique et mécanique du cycle.
e) Calculer le rendement thermodynamique du cycle.
f) Calculer le nombre de cycles par seconde, la cylindrée totale du moteur et la vitesse moyenne du piston.

On donne :

ε (taux de compression) = 7 ; k (coefficient adiabatique) = 1,4 ; T1 = 27 [°c] ; P1 = 1 [atm] ; D (diamètre du cylindre) = 100 [mm] ; r (rayon de la manivelle) = 55 [mm] ; n (vitesse de rotation du vilebrequin) = 3000 [tours/min] ; υ (nombre de temps moteur) = 4 et i (nombre de cylindre du moteur) = 4.

Exercice 2 (5 Points)

La composition en poids du carburant alimentant un moteur à combustion interne est de : C = 84,5 %, H = 13,5 %, O2 = 1,5 %, S = 0,5 %.

Déterminer :

a) Le pouvoir calorifique inférieur du carburant.
b) Le poids d'air réel pour assurer la combustion de 1 [kg] de carburant, sachant que la composition en poids de l'air est : 21 % d'Oxygène et 79 % d'azote.
c) Les dimensions du cylindre en prenant pour rapport course/alésage = 1,3.

On donne :

Le moteur en question est à 4 temps, 2 cylindres, développe une puissance effective de 61 [ch] à 1500 [trs/mn], la pression moyenne indiquée = 8 [bars], le coefficient d'excès d'air = 1,40, le rendement mécanique = 0,8, la cylindrée unitaire du moteur = 5 [l] et le poids spécifique de l'air est supposé égal à 1,245 [kg/m3].

Bonne chance

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saad Dahlab Blida1
Faculté de Technologie
Département de Génie Mécanique

جامعة سعد دحلب البليدة
كلية التكنولوجيا
قسم الهندسة الميكانيكية

Blida le 20.03.2022

Concours d'accès au doctorat 3ème cycle au titre de l'année universitaire 2021/2022

Epreuvé : Méthodes Numériques **Durée : 01 H30**

Exercice 01 :

La décomposition LU de la matrice A, donne :

$$L=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0\\ 1/4 & 1 & 0\\ 1/2 & 0 & 1\end{pmatrix} \quad U=\begin{pmatrix}12 & 6 & 3\\ 0 & 1/2 & 13/4\\ 0 & 0 & 7/2\end{pmatrix}$$

1. Calculer le déterminant de la matrice A.
2. Résoudre le système linéaire : $Ax=b$ où $b=[3 \quad 5 \quad 9]^T$ selon la méthode de Cholesky (L U).
3. Déterminer l'inverse de la matrice A.

Exercice 02 :

On considère l'équation $f(x)=0$, avec $f(x)=sin(x)\exp(x)$ (*x en radians*)

- Montrer que la fonction $f(x)=0$ admet une racine dans l'intervalle [3, 4].
- Localiser cette racine de sorte que l'intervalle qui la contient soit de longueur 0.01.
- Approcher la racine à 10^{-2} près par la méthode de Newton- Raphson en posant $x_0=3$.

Exercice 03 :

On considère l'intégrale suivante : $I=\int_0^1 \frac{1}{1+x^2}dx$

1. Calculer la valeur exacte de cette intégrale.
2. Évaluer numériquement cette intégrale en utilisant :
   - La méthode des rectangles pour un pas h=0.2.
   - La méthode des trapèzes pour un pas h=0.25.
   - La méthode de Simpson pour un pas h=0.5.

Bonne Chance

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Ahmed Draia – ADRAR

Faculté des Sciences et de la Technologie

جامعة أحمد دراية – أدرار

كلية العلوم والتكنولوجيا

Concours national d'accès au doctorat au titre de l'année 2021-2022
Filière : Physique.
Spécialité : Energétique & Energies renouvelables
Epreuve : Transfert de chaleur

Exercice n° 1 (06 pts) :

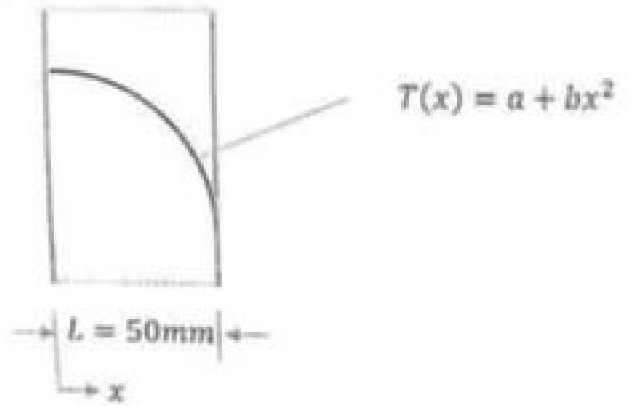
Un réservoir contient une quantité d'eau chaude à une température initiale T_i=353,15°K (supposant que le réservoir et l'eau ont une température homogène). Le système est parfaitement calorifugé sauf sur une partie du couvercle dont la surface est S= 3000 cm². On constate qu'au bout de 5 heures, la température de l'eau a baissé de 0.6°C, quand la température ambiante est de 20°C. En supposant que la capacité calorifique du système (eau+réservoir) est de 4.10⁴ cal/°C. Calculer **(en S.I)**:

1°/ la quantité de chaleur perdue en 5 heures.
2°/ le flux de chaleur à travers le couvercle.
3°/ la densité de flux thermique à travers le couvercle.
4°/ la résistance thermique du couvercle.

Exercice n° 2 (07 pts):

La distribution de la température, en régime stationnaire, dans un mur unidimensionnel de conductivité thermique $\lambda = 50\ W/(m.K)$ *et d'épaisseur 50 mm suit la relation linéaire* $T(x) = a + bx^2$. *La température est exprimée en °C et en x (mètres), les constantes ont pour valeurs* $a = 200°C$; $b = -2000\ °C/m$.

1. *Déterminer la valeur de la chaleur générée dans le mur.*
2. *Déterminer les flux thermiques sur les deux faces du mur, donner la relation entre ces flux et le flux généré.*



Exercice n° 3 (07 pts):

Pour refroidir un débit de 9,4 kg/h d'air de 616 °C à 178 °C, on le fait passer dans le tube centr[illegible] [illegible]changeur bitube à contre-courant de 1,5 m de long, de 2 cm de diamètre et de faible épaisseur.

1. Calculer la puissance calorifique à évacuer. On donne pour l'air : $C_{pc} = 1060\ J / kg\ °K$.
2. Le fluide de refroidissement est de l'eau, qui pénètre dans la section annulaire à la température de 16 °C avec un débit de 0,6 l/mn. Calculer la température de cette eau à la sorti[illegible] l'échangeur. On prendra $C_{pf} = 4180\ J / kg\ °K$.
3. Calculer le coefficient d'échange h_c côté fluide chaud (on ne tiendra pas compte d'une éventuelle co[illegible] en μ / μ_p).
4. Déterminer l'efficacité de cet échangeur, puis son NUT. En déduire le coefficient d'échange global, p[illegible] coefficient d'échange h_f côté fluide froid.
5. La paroi extérieure de l'échangeur est isolée. Quelle est approximativement l'épaisseur h de l'e[illegible] annulaire qui permettrait d'obtenir cette valeur de h_f ?

(On admettra d'abord l'écoulement laminaire, et on vérifiera ensuite cette propriété).

Données :

Les données de l'air à une certaine température calculée sont :

$\rho_c = 0{,}525\ kg/m^3$; $\nu_c = 6{,}20\ 10^{5}\ m^2/s$; $Pr_c = 0{,}68$; $\lambda_c = 0{,}0505\ W/m\ K$

Pour le fluide : $\lambda_f = 0{,}6$[illegible] W/m K ; $\nu_f = 0{,}08$[illegible] $10^{[illegible]}\ m^2/s$

Ci-dessous quelques corrélations que vous pouvez utiliser pour vos réponses :

$$St_c = \frac{0.116}{Re_c}\left(Re_c^{2/3} - 125\right) Pr_c^{-2/3}$$

$$Nu_c = St_c\ Re_c\ Pr_c$$

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic Of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University Djilali BOUNAAMA of Khemis Miliana
Faculty of Science and Technology
Department of Technology
جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم التكنولوجيا

Concours d'accès à la formation de troisième cycle en vue de l'obtention du diplôme de doctorat au titre de l'année 2021-2022

Epreuve N° 01 : Méthodes Numériques (Sujet N° 03)

Filière	Spécialités	Coefficient	Durée	Date
Génie Mécanique	Construction mécanique / Energétique	1	01h30	10 Mars 2022

Note : Il est obligatoire d'écrire avec une seule couleur (bleu).

Exercice N° 01 : (06 Points)

On souhaite résoudre le système linéaire suivant: $Ax = b$ par la méthode de Gauss.
La matrice A et le vecteur b sont définie par

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 5 \\ 4 & 6 & 8 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 5 \end{bmatrix}$$

1) Que se passe-t-il si on applique l'algorithme de Gauss ?
2) Pour résoudre ce problème, on introduit la matrice de permutation suivante :

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Ecrire le système équivalent au système précédent qui a PA comme matrice associée.
3) Appliquer la méthode de Gauss à ce nouveau système et calculer la factorisation LU associée.
4) Résoudre le système à partir de la factorisation LU obtenue.

Exercice N° 02 : (07 Points)

Soit l'équation différentielle suivante :

$$\begin{cases} y'(t) - y(t) + t = 2 \\ y(0) = 2 \end{cases}$$

Déterminer la valeur de y à $t = 0.3$ à l'aide de la méthode de Runge-Kutta d'ordre 4 avec un pas $h = 0.1$ (les calculs se font à 4 chiffres après virgule).

Exercice N° 03 : (07 Points)

Soit f la fonction définie le tableau suivant :

x_i	-5	-1	0	2
$f(x_i)$	865	17	-10	-10

On notera par $P(x)$ son polynôme d'interpolation sur cet ensemble de points

1- Quel est le degré du polynôme d'interpolation que l'on peut construire avec ces données ?
2- Ecrire la table de différences divisées de f.
3- Construire l'expression de $P(x)$ par la méthode de Newton.
4- Calculer $f(1)$

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic Of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University Djilali BOUNAAMA of Khemis Miliana
Faculty of Science and Technology
Department of Technology
جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم التكنولوجيا

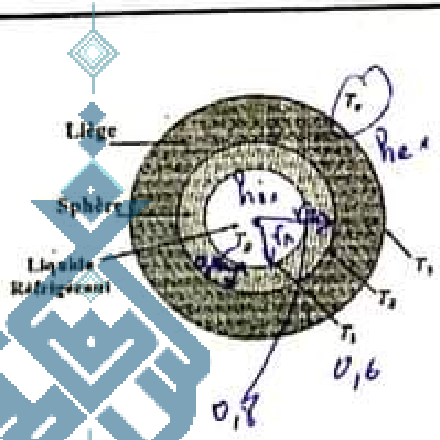
Concours d'accès à la formation de troisième cycle en vue de l'obtention du diplôme de doctorat au titre de l'année 2021-2022

Epreuve N° 02 : Transfert Thermique (Sujet N° 02)

Filière	Spécialités	Coefficient	Durée	Date
Génie Mécanique	Energétique	3	02h00	Jeudi 10 Mars 2022

Exercice N° 01 : (06 Points)

Les deux faces interne et externe d'une sphère creuse de conductivité thermique λ_1, sont respectivement maintenues aux températures T_1 alignée sur le rayon interne r_1 et T_2 alignée sur le rayon externe r_2 (voir schéma ci-contre). L'intérieur de la sphère contient un liquide réfrigérant qu'on veut maintenir à une température plus basse T_g.
h_i et h_e désignent respectivement le coefficient d'échange interne et externe. La température extérieure est T_e.



1) Représenter le circuit thermique par analogie électrique.

Calculer :

2) La conductance thermique globale.
3) Le flux de chaleur échangé à travers la sphère.
4) Les températures interfaciales T_1, T_2 et T_3.

Données : $h_i = 1200\ W/m^2.°C$; $h_e = 20\ W/m^2.°C$; $\lambda_1 = 1.5\ W/m.°C$; $\lambda_2 = 0.045\ W/m.°C$; $T_e = 18\ °C$; $T_g = -50\ °C$; $r_1 = 0.6\ m$; $r_2 = 0.8\ m$; $e_1 = 45\ cm$.

Exercice N° 02 : (07 Points)

Une plaque métallique verticale d'une largeur de **10 cm** et une hauteur de **15 cm** est chauffée électriquement afin d'atteindre une température de surface de **132°C**. La température de l'air ambiant autour des deux faces de la plaque est de **22°C**. Si la conductance par unité de surface relative au rayonnement est de **8.47** $W/m^2.°C$, calculer :

1) Le coefficient d'échange par convection.
2) Le flux de chaleur global dissipé à travers la plaque.

$$\begin{pmatrix} Ra < 10^9 \rightarrow Nu = 0.53\ Ra^{0.25} \\ 10^9 \le Ra \le 10^{13} \rightarrow Nu = 0.1\ Ra^{1/3} \end{pmatrix}$$

Données de l'air :
$\mu = 20.63 \times 10^{-6}\ Pa.S$; $\rho = 1.149\ kg/m^3$; $C_p = 957.5\ J/kg.°C$; $\lambda = 0.0283\ W/m.°C$

University Djilali BOUNAAMA of Khemis Miliana
Faculty of Science and Technology
Department of Technology
جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم التكنولوجيا

Exercice N° 03 : (07 Points)

Une plaque d'aluminium de forme rectangulaire **0.5 x 30 cm** à une température de **500°C** est refroidie dans un bain d'eau maintenue à **90°C**. Les coefficients de transfert de chaleur sont :

$\boldsymbol{h = 510\ W/m^2.°C}$ pour une température comprise entre **260** et **500 °C**

$\boldsymbol{h = 2550\ W/m^2.°C}$ pour une température comprise entre **90** et **260 °C**

1) Trouver l'expression de la variation de la température
2) Déterminer le temps nécessaire pour un refroidissement jusqu'à **120°C**

<u>Données de l'aluminium</u> :

$\lambda = 237\ W/m.°C\ ;\ Cp = 900\ J/kg\ °C\ ;\ \rho = 2702\ kg/m^3$.

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Yahia Fares de Médéa

Faculté de Technologie

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة يحيى فارس بالمدية

كلية التكنولوجيا

FEUILLE DES SUJETS DU CONCOURS DE DOCTORAT AU TITRE DE L'ANNEE UNIVERSITAIRE 2021/2022

Samedi 05 Mars 2022

Spécialité	Génie Mécanique
Epreuve	Analyse Numériques
Variante	03

Exercice 1 : (12 pts)

Soit le problème de Cauchy suivant :

$$\begin{cases} y' = y + t \\ y(0) = 1 \end{cases} \quad (1)$$

On veut approcher, à 10^{-3}, la solution de l'équation (1) en $t = 1$ à l'aide de la méthode d'Euler, en subdivisant l'intervalle [0, 1] en dix parties égales selon le tableau suivant :

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_n											
y_n											

a) Remplissez le tableau ci-dessus selon l'algorithme d'Euler suivant :

$$\begin{cases} y_{n+1} = y_n + hf(y_n, t_n) \\ t_{n+1} = t_n + h \end{cases} \qquad 0 \le n \le 9$$

b) Trouvez la solution exacte de l'équation (1).

c) comparez entre la valeur approchée y(1) et la valeur exacte de la solution de l'équation (1)

Exercice 2 : (04 pts)

Considérons un écoulement incompressible, bidimensionnel et permanent d'un fluide newtonien avec le champ des vitesses suivant : $u = -2x.y$; $v = y^2 - x^2$; $w = 0$

(a) Cet écoulement satisfait-il à la conservation de la masse ?

(b) Trouvez le champ de pression p(x, y) si la pression au point (x = 0, y = 0) est égale à p_a.

Exercice 3 : (06 pts)

On considère un écoulement laminaire d'un fluide à vitesse U constante le long d'une plaque plane. Le profil de vitesse dans la couche limite s'écrit sous la forme suivante :

$$\frac{u}{U} = 2\left(\frac{y}{\delta}\right) - \left(\frac{y}{\delta}\right)^2$$

Avec, U : Vitesse de l'écoulement hors de la couche limite.
u : vitesse à l'intérieur de la couche limite à une distance y de la paroi.
δ : Epaisseur de la couche limite ($\delta = ax^b$; a et b sont des constantes)

1. Donner l'expression du frottement pariétal τ_0 en fonction de δ.
2. Calculer les épaisseurs de déplacement δ_1 et de quantité de mouvement δ_2 en fonction de δ.
3. Déduire le facteur de forme H.
4. Que représente δ_1 ?
5. Donner l'expression de l'épaisseur de la couche limite $\delta(x)$. En déduire les constantes a et b.

On donne :

Equations de mouvement (Navier-Stokes) en 2 dimensions :

$$\text{Suivant } x : \rho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y}\right) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)$$

$$\text{Suivant } y : \rho\left(\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y}\right) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)$$

Université des Sciences et de la Technologie d'Oran - Mohamed BOUDIAF
Faculté de Génie Mécanique

Concours Doctoral 2021 - 20222
Spécialité : Génie Mécanique
Epreuve : Méthodes Numériques
Durée : 1 h 30 (Aucune documentation autorisée)

Exercice 1

Soit la fonction de Cauchy donnée par : $\begin{cases} y' = -2xy^2 \\ y(0) = 1 \end{cases}$

1) Vérifier que la solution proposée $y(x) = \frac{1}{x^2+1}$ est une solution exacte à cette fonction de Cauchy
2) Avec cette solution exacte y(x), calculer l'intégrale $\int_0^{0.75} y(x)dx$ par la méthode des Trapèzes sur l'intervalle [0 0.75] avec un pas de h=0.25.
3) Calculer les solutions de cette fonction de Cauchy par la méthode de EULER sur l'intervalle et le pas déjà cités précédemment.
4) Comparer les solutions obtenues aux valeurs des solutions exactes. (Utiliser l'erreur absolue)

Exercice 2

Lors d'une manipulation expérimentale, nous avons relevé les points énumérés dans le tableau qui suit :

x	0	1	4
f(x)	0	1	2

1) Déterminer le polynôme de Lagrange P(x) qui interpole cette fonction avec ces trois points d'appuis.
2) Donner l'ordre de cette interpolation.
3) Calculer P(2) et P(5)
4) Si la fonction f(x) =$\sqrt{x}$, calculer l'erreur d'interpolation aux points choisis 2 et 5.

Exercice 3

Résoudre le système A.x = b avec la méthode de Gauss. Résolution manuelle avec les fractions en utilisant comme première étape la triangularisation de A et comme seconde étape la résolution du système triangulaire pour trouver x.

$$A = \begin{pmatrix} 8 & -4 & 3 & 7 \\ 4 & 2 & -6 & 4 \\ -16 & 6 & -2 & -15 \\ 6 & 10 & -15 & 10 \end{pmatrix} \qquad b = \begin{pmatrix} 12 \\ 1 \\ -19 \\ 1 \end{pmatrix}$$

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département: Génie Mécanique

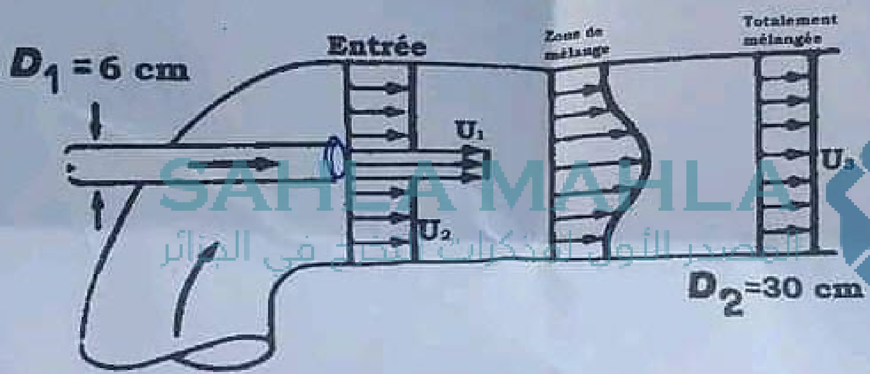
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي
كلية العلوم والعلوم التطبيقية
قسم: الهندسة الميكانيكية

Concours d'Accès à la Formation de Troisième Cycle, au titre de l'année universitaire 2021-2022

Filière :	Génie Mécanique		هندسة ميكانيكية		الشعبة:
Spécialité :	Energétique		طاقوية		الاختصاص:
Épreuve de spécialité:	Mécanique des Fluides				امتحان في مادة الاختصاص
Durée :	ساعتان	المدة:	Coefficient :	03	المعامل:
Date :	03/03/2022	التاريخ:	Heure :	17:00-15:00	التوقيت:
Variante :		1			الخيار رقم:

Exercice 1 (05)

Une pompe injecte l'eau à une vitesse U_1=25 m/s à travers une conduite de 6 cm entourée par un écoulement secondaire avec U_2=2.5 m/s. Les deux écoulements deviennent totalement mélangés à la sortie, ou la vitesse U_3 est constante.



Si l'écoulement est stationnaire et incompressible, calculer :

1. Les débits volumiques à l'entrée ?
2. La vitesse U_3 à la sortie ?

Exercice 2(07)

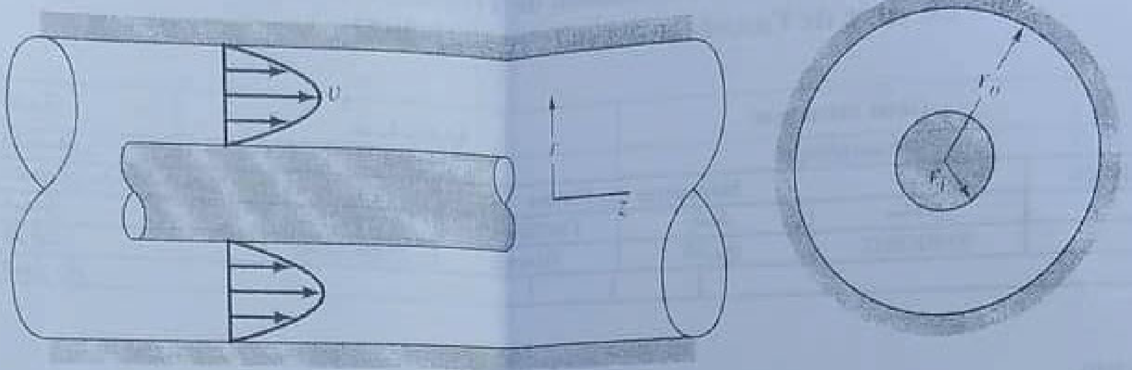
Considérons un écoulement de fluide dans un volume de contrôle cylindrique de section *S*, limité par les plans $x = 2$ et $x = 4$. Les composantes du vecteur vitesse et la masse volumique de l'écoulement sont données par :

$$u = \frac{x}{1+t} \quad , \quad v = w = 0 \quad , \quad \rho = \frac{\rho_0}{1+t} \quad , \rho_0 = constante$$

1. Donner l'énoncé du principe de conservation de masse.
2. Calculer la variation temporelle de la masse à l'intérieur du cylindre.
3. Déterminer le flux de masse traversant le volume de contrôle.
4. Vérifier l'équation de continuité de l'écoulement.

Exercice 3 (08)

Soit l'écoulement axial laminaire stationnaire d'un fluide incompressible dans l'espace annulaire entre deux cylindres coaxiaux. Le rayon intérieur de l'espace annulaire est r_i, celui extérieure est r_o.

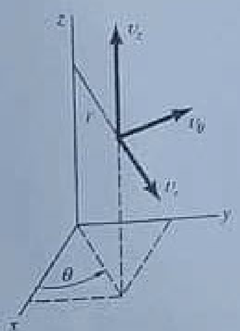


1. Si on néglige l'effet de la gravité, montrer que la simplification des équations de Navier-Stokes donne la vitesse axiale v_z comme suit : $v_z(r) = \frac{1}{4\mu}\left(\frac{\partial p}{\partial z}\right) r^2 + c_1 \ln r + c_2$
2. En appliquant les conditions aux limites, trouver les constantes c_1 et c_2.
3. Calculer le débit volumique à travers cette conduite.
4. Trouver le rayon r_m où la vitesse v_z est maximale.

On donne les équations de Navier-Stokes :

(r direction)

$$\rho\left(\frac{\partial v_r}{\partial t} + v_r\frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r}\frac{\partial v_r}{\partial \theta} - \frac{v_\theta^2}{r} + v_z\frac{\partial v_r}{\partial z}\right)$$
$$= -\frac{\partial p}{\partial r} + \rho g_r + \mu\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial v_r}{\partial r}\right) - \frac{v_r}{r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 v_r}{\partial \theta^2} - \frac{2}{r^2}\frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2}\right]$$



(θ direction)

$$\rho\left(\frac{\partial v_\theta}{\partial t} + v_r\frac{\partial v_\theta}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r}\frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{v_r v_\theta}{r} + v_z\frac{\partial v_\theta}{\partial z}\right)$$
$$= -\frac{1}{r}\frac{\partial p}{\partial \theta} + \rho g_\theta + \mu\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial v_\theta}{\partial r}\right) - \frac{v_\theta}{r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 v_\theta}{\partial \theta^2} + \frac{2}{r^2}\frac{\partial v_r}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 v_\theta}{\partial z^2}\right]$$

(z direction)

$$\rho\left(\frac{\partial v_z}{\partial t} + v_r\frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{v_\theta}{r}\frac{\partial v_z}{\partial \theta} + v_z\frac{\partial v_z}{\partial z}\right)$$
$$= -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g_z + \mu\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial v_z}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 v_z}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2}\right]$$

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Ecole nationale polytechnique d'Oran –Maurice AUDIN
Département : Génie mécanique

Concours d'accès à la formation de 3ème cycle au titre de l'année universitaire 2021-2022

Oran, le 12/03/2022

Sujet N° : 01

Filière : Génie mécanique
Spécialité : Energétiques/ Construction Mécanique
Epreuve générale: Méthodes numériques. Durée : 1h30mn

Exercice 1 : [10 points] soit $f(x) = x(1+e^x) - e^x$

1. Montrer que l'équation $f(x) = 0$ admet une solution α unique dans l'intervalle $[0,1]$.
2. Quel est le nombre d'itérations suffisant n_1 à effectuer par la méthode de Dichotomie pour obtenir une approximation de α à 10^{-2} prés.

On se propose de trouver par la méthode du point fixe la racine α dans l'intervalle $[0,1]$.

3. Montrer que l'équation $f(x) = 0$ est équivalente à l'équation $x = g(x)$ avec $g(x) = \frac{e^x}{1+e^x}$.
4. Vérifier les hypothèses du théorème du point fixe pour la fonction g sur l'intervalle $[0,1]$.
5. Calculer le nombre d'itérations suffisant n_2 à effectuer par cette méthode pour obtenir une approximation de α à 10^{-2} prés en partant du point $x_0 = 0.5$
6. Que peut-on conclure concernant la convergence des deux méthodes précédente.
7. Vérifier les conditions de convergence de la méthode de Newton sur la fonction f.
8. Ecrire l'algorithme correspondant et calculer deux itérations de cette méthode pour $x_0 = 1$.

Exercice 2 : [10 points] On considère le système $AX = b$ avec :

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 1+\varepsilon \end{pmatrix} \text{ avec } \varepsilon \in \mathbb{R} \text{ et } b = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Partie I

1. Pour quelles valeurs de ε, la matrice A est-elle inversible?
2. Calculer les mineurs principaux de la matrice A.
3. Donner une condition nécessaire et suffisante sur ε pour que la matrice A admette une décomposition sous la forme $A = LU$, où L est une matrice triangulaire inférieure et U une matrice triangulaire supérieure.
4. Donner une condition nécessaire et suffisante sur ε pour que la matrice A admet une factorisation de Cholesky.

Partie II

On considère le cas où $\varepsilon > 0$.

1. Calculer la matrice d'itérations de Jacobi B_J, déduire la condition nécessaire et suffisante sur ε pour que la méthode itérative de Jacobi converge.
2. Ecrire l'algorithme de Jacobi, puis pour $\varepsilon = 1$ calculer le vecteur $X^{(1)}$ à partir de $X^{(0)} = (0,0,0)^T$.
3. Sans calculer la matrice d'itérations de Gauss-Seidel B_{GS} déduire une relation entre le rayon spectral de la méthode de Jacobi et de Gauss-Seidel. Quelle est la méthode qui converge plus rapidement (Justifie

Bonne Chance

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Ecole nationale polytechnique d'Oran –Maurice AUDIN
Département : Génie mécanique

R = 8,14

Concours d'accès à la formation de 3ème cycle au titre de l'année universitaire 2021-2022

Oran, le 12/03/2022

Sujet N° : 02

Filière : Génie Mécanique

Spécialité (01) : Energétique

Epreuve de spécialité : Machines thermiques

Durée : 2 h

Exercice 1 : [6 points]

On considère 0,04 mole d'un gaz diatomique, supposé parfait, contenu dans un cylindre, fermé par un piston qui se déplace sans frottement. Ce gaz va décrire un cycle thermodynamique constitué de trois transformations suivantes :

1 → 2 Le gaz subit une compression isotherme (P_2 = 10 bars) ;
2 → 3 Le gaz un refroidissement isochore ;
3 → 1 Le gaz subit une transformation isobare ;

A l'état initial, ce gaz a une température T_1 = 300 K, un volume V_1 = 1 L et une pression P_1 = 1 bar. Les capacités thermiques molaires à pression et à volume constant du gaz :
C_p = 29,4 J.mol^{-1}.K^{-1} et C_v = 21,0 J.mol^{-1}.K^{-1}).

Calculer

1) Les quantités de chaleur échangées ;
2) Les travaux échangés ;
3) La variation d'énergie interne ;
4) Le travail effectué pendant le cycle, ainsi que la quantité de chaleur échangée au cours de ce cycle ;
5) Vérifier que la variation d'énergie interne, au cours d'un cycle est pratiquement nulle.

Exercice 2 : [14 points]

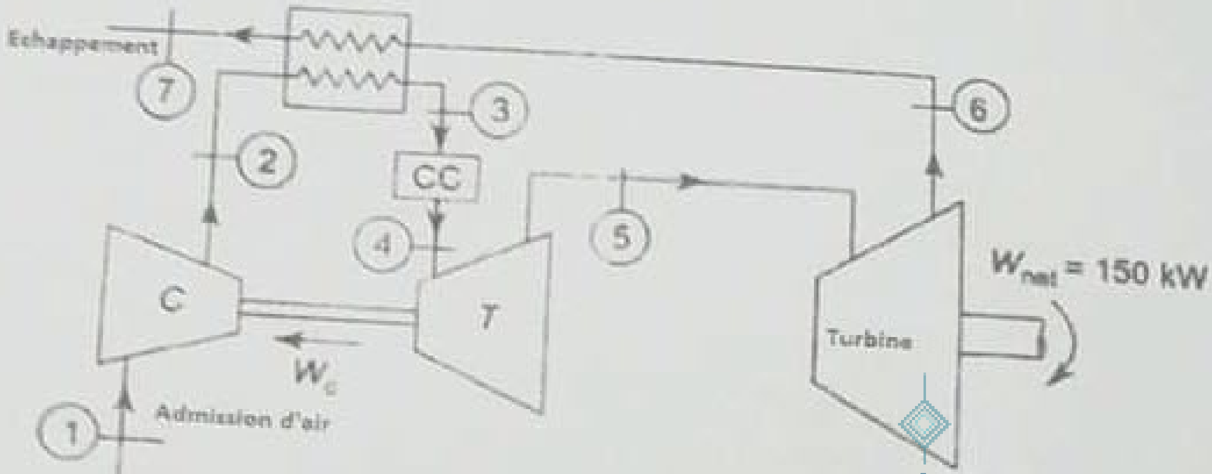
Une turbine à gaz destinée à être utilisée comme moteur automobile est illustrée sur la Figure (voir la page suivante). Dans la première turbine, le gaz se détend jusqu'à une pression p_5, pour entraîner uniquement le compresseur. Le gaz est ensuite détendu à travers une deuxième turbine reliée aux roues motrices. Supposez que tous les transformations sont idéales.

Déterminer :

1) La pression p_5 ;
2) Le travail net par kg (kJ/kg) et le débit massique ;
3) La température T_3 et le rendement thermique du cycle ;
4) Le diagramme T-S pour le cycle.

Répétez l'exercice en supposons que le compresseur a un rendement de 80 %.Les deux turbines ont un rendement de 85 % et le rendement de générateur est de 72 %.

Cp =1,005 Kj/kg.K ; γ =1,4 pour l'air et les gaz.



$p_1 = 1$ atm
$t_1 = 25°C$

$\frac{p_2}{p_1} = 4.0$

$t_4 = 920°C$ $= 1193{,}15\ K$
$p_7 = 1$ atm

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC OF ALGERIA

Ministry of Higher Education and Scientific Research

M'hamed Bougara University Boumerdes

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة امحمد بوقرة بومرداس

كلية التكنولوجيا

Faculty of Technology

Concours d'accès à la formation 3ème cycle au titre de l'année universitaire 2021/2022 du 03/03/2022

Filière : Génie Mécanique — الشعبة:

Spécialités : - Ingénierie Mécanique,
- Construction Mécanique,
- Energétique,
- Génie des Matériaux.

التخصص:

Epreuve : Méthodes Numériques — الموضوع الأول:

Coefficient : 01 — المعامل: 01

Durée : *1 h 30 min* — المدة: 1 سا و 30 د

Variante 1

Exercice 1 (10 pts)

Soit A une matrice symétrique inversible décomposée en $A = M - N$ où M est inversible. Soit $B = I - M^{-1}A$ la matrice de l'itération :

$$x_{n+1} = Bx_n + c.$$

Supposons que $M + M^t - A$ soit définie positive.

1. Soit x un vecteur quelconque et on pose $y = Bx$. Montrer l'identité :

$$(x,\ Ax) - (y,\ Ay) = ((x - y),\ (M + M^t - A)(x - y)).$$

2. Supposons que A est définie positive. Soit $x \neq 0$ un vecteur propre de B associé à la valeur propre λ, $y = Bx = \lambda x$. Utiliser l'identité précédente pour montrer que $|\lambda| < 1$. Que peut-on conclure sur la convergence de la méthode ?
3. Soit le système linéaire $Ax = b$, avec

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 3 \\ 3 & 4 & 3 \\ 3 & 3 & 4 \end{pmatrix}, \qquad b = \begin{pmatrix} 10 \\ 10 \\ 10 \end{pmatrix}$$

(a) Trouver la solution de ce système par la méthode d'élimination de Gauss.

Tourner la page →

(b) Étudier la convergence de l'algorithme

$$x_{n+1} = Bx_n + c, \qquad B = I - M^{-1}A, \qquad c = M^{-1}b.$$

associé à la matrice A. En déduire la solution $\bar{x}$ de $Ax = b$.

Exercice 2 (10 pts)

Soient $a = 5$, $b = 6$, $A = 2$, $B = 3$. On se donne la fonction :

$$f(x) = \ln(Ax + B), \quad x \in [a, b]$$

1. Donner l'expression du polynôme $P_3(x)$ de degré 3 interpolant f aux points $x_0 = 5$, $x_1 = 5.25$, $x_2 = 5.75$, $x_3 = 6$ par la méthode de Newton.

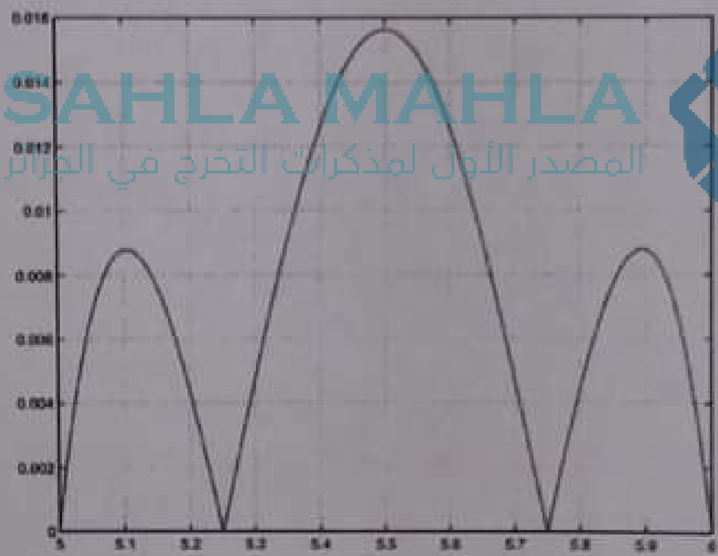


FIGURE 1 – Le graphique de la fonction $x \longmapsto |\omega_4(x)|$.

2. Estimer l'erreur $E_3(f) = \max_{x\in[a,b]} |f(x) - P_3(x)|$ sachant que la fonction $|\omega_4(x)| = |\Pi_{i=0}^{3}(x - x_i)|$ est représentée par la figure 1.

Bon courage

Ecole Supérieure de Technologies Industrielles Annaba
Département Second Cycle
Concours Formation Doctorale 2021-2022

SUJET D'EXAMEN

Sujet 2

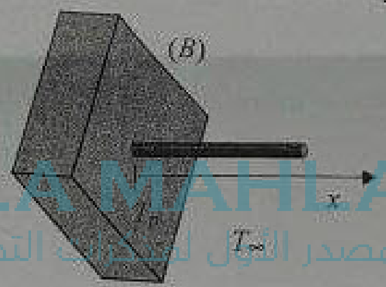
Filière : Génie Mécanique
Spécialités : Energétique/ Energies renouvelables en mécanique
Epreuve : Transfert de chaleur

Partie A (12 pts)

Exercice 1 (6 pts)

Soit un boîtier d'un transistor de puissance, dénommé corps « B ». Ce boîtier est le siège de phénomènes de dissipation thermique qui le portent à une température Tp.

Afin de faciliter le transfert thermique du boîtier vers l'extérieur, on prolonge « B » par un barreau cylindrique mince, de longueur L, de périmètre p et de section S, tel que montré sur la figure. La distribution de température le long de ce barreau est considérée unidimensionnelle selon x. par ailleurs, nous nous plaçons dans des conditions de régime permanent.

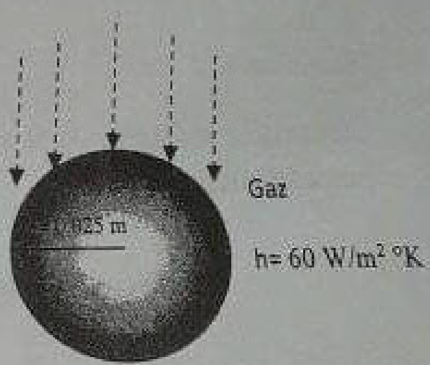


La température du milieu extérieur est notée T_∞, h est le coefficient de transfert thermique par convection entre la surface du barreau et le milieu extérieur

1) Etablir le bilan thermique sur un élément de volume infiniment petit pris sur la longueur du barreau
2) En posant $\omega = \sqrt{\frac{hp}{\lambda S}}$, et en considérant que $L \to \infty$, déterminer la distribution de température $T(x)$ le long du barreau
3) Exprimez le flux de chaleur dissipée le long du barreau

Exercice 2 (6 pts)

Une étude sur le stockage d'énergie thermique a été réalisée sur une batterie composée de plusieurs billes. Le matériau de la bille d'essai utilisé est le zinc, le rayon de la bille est r = 0.025 m. Le stockage se fait par l'intermédiaire d'un gaz chaud qui circule dans la batterie à une température de 350 °C. La température initiale du zinc est 25°C.



1) Si le gaz chaud a un coefficient d'échange par convection h= 60 W/m^2.K

- Quel est le temps à dépenser pour atteindre 45 % de la capacité maximale de stockage?
- Que devient la température de la bille à cet instant?

Propriétés du zinc k=110 W/m.K ρ=7140 kg/m^3 cp= 385 J.kg^{-1}.K^{-1}

2) Si le gaz chaud a un coefficient d'échange par convection h = 1600 W/m^{2}K

Estimer la durée de refroidissement nécessaire pour que le centre de la sphère atteigne 150 °C

Partie B (8 pts)

Exercice 3 (5 pts)

Une plaque métallique très mince de forme rectangulaire de longueur $L = 125\ mm$ et de largeur $l = 16\ mm$ est dotée d'une résistance interne dissipant un flux ϕ=6 W à travers les deux faces de la plaque. Cette plaque est mise horizontalement en contact avec de l'air soufflé à 20°C en parallèle aux deux faces à une vitesse U_∞ (dans le sens de la longueur).

On donne pour l'air à 26°C :

- $\rho = 1.19\ kg/m^3$
- $\vartheta = 1.522 \times 10^{-5}\ m^2/s$
- $C_p = 1005\ J/kg.K$
- $\lambda = 0.02624\ W/m.K$

Déterminer la vitesse de l'air si la température de surface de la plaque est considérée constante à 32 °C.

On donne pour le cas d'une convection forcée le long d'une plaque plane :

Si Re≤ 5 x 10^5 régime laminaire

$$Nu = 0.664Re^{0.5}Pr^{0.33}$$

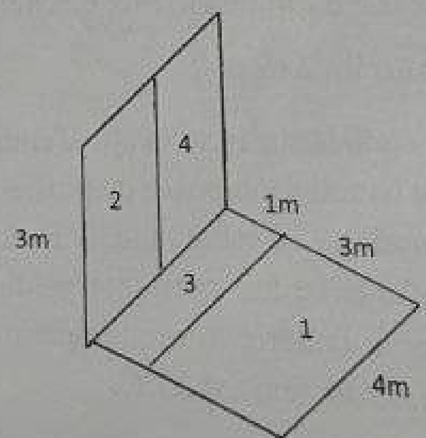
Si Re > 5 x 10^5 régime turbulent

$$Nu = 0.016Re^{0.8}Pr^{0.33}$$

Les paramètres physiques étant évaluées à $\frac{T_f^{entrée} + T_p}{2}$

Exercice 4 (3 pts)

Déterminer le facteur de forme F_{12} de deux rectangles perpendiculaires



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département: Génie Mécanique

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي
كلية العلوم والعلوم التطبيقية
قسم الهندسة الميكانيكية

Concours d'Accès à la Formation de Troisième Cycle, au titre de l'année universitaire 2021-2022

Filière :	Génie Mécanique		هندسة ميكانيكية		الشعبة:
Spécialité :	Energétique		طاقوية		الاختصاص:
Épreuve commune:	Méthodes Numériques				امتحان في المادة المشتركة:
Durée :	ساعة و نصف	المدة	Coefficient :	01	المعامل:
Date :	03/03/2022	التاريخ	Heure :	14:30-13:00	الوقت:
Variante :	2				الخيار رقم:

Exercice 1 (6 points)

Une voiture fait le tour d'une piste de course de longueur l en 84 secondes. La vitesse de la voiture à chaque intervalle de 6 secondes est déterminée à l'aide d'un radar et est donnée depuis le début du tour, en mètre/seconde par le tableau suivant :

Temps	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84
Vitesse	37.8	40.84	45.21	47.54	44.8	40.53	36.88	33.22	30.17	25.90	23.77	27.12	31.70	35.35	37.50

Trouver à l'aide de la formule de Simpson, la longueur l de la piste.

Exercice 2 (7 points)

On considère la matrice A et le vecteur b suivants :

$$A = \begin{bmatrix} 6 & -2 & 2 \\ -2 & 5 & 0 \\ 2 & 0 & 7 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 0 \\ 23 \\ 16 \end{bmatrix}$$

1. Vérifier la condition de convergence de la méthode de Gauss-Seidel pour la résolution du système $Ax = b$.
2. Résoudre ce système par la méthode de Gauss-Seidel avec une précision $\varepsilon = 10^{-2}$ et prendre l'estime initial le vecteur $\begin{bmatrix} x^{(0)} \\ y^{(0)} \\ z^{(0)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.00 \\ 0.00 \\ 0.00 \end{bmatrix}$.

Exercice 3 (7 points)

On veut résoudre l'équation $f(x) = x\ln(x) - 1 = 0$.

1. En utilisant la méthode graphique localiser les racines de cette équation et faites la vérification des intervalles trouvés par le calcul.
2. Vérifier les conditions de convergence de la méthode de Newton-Raphson sur l'intervalle [1,2].
3. Trouver la racine appartenant à [1, 2] par cette méthode si on prend l'estimé initial $x_0 = 1.5$ et la précision $\varepsilon = 10^{-6}$.

...Hamid Hamma Lakhdar d'El oued

Faculté :	Technologies	التكنولوجيا	كلية:
Département :	Genie Mécanique	الهندسة الميكانيكية	قسم:

مسابقة الدخول لدكتوراه الطور الثالث، ل م د 2022/2021

Concours d'accès au doctorat 3e cycle, LMD 2021/2022

Spécialité :	Energétique	طاقوية	الاختصاص:

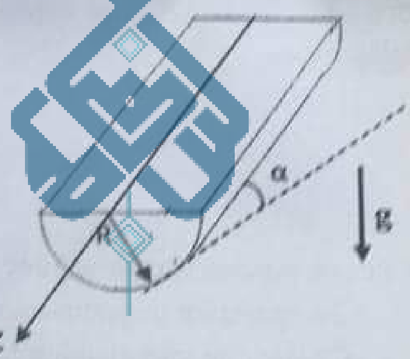
	Variante :	02	الخيار رقم:	
Epreuve :	Mécanique des fluides et Transfert de chaleur approfondis			اختبار:
Durée :	ساعتان	المدة:	Coefficient : 03	المعامل:
Date :	10/03/2022	التاريخ:	Heure : 15:00	التوقيت:

Mécanique des fluides approfondie

Exercice N° 1 : *(10 points)*

L'eau s'écoule dans une rivière sous forme d'un canal ouvert incliné dont la section de passage est semi - circulaire de rayon R, l'écoulement est laminaire permanent, complètement établi et axisymétrique.

1- Modéliser ce champ d'écoulement en simplifiant les équations gouvernantes ;
2- Donner l'expression du profil de vitesse d'écoulement ;
3- Donner l'expression de la distribution de la contrainte de cisaillement ;
4- Quelles sont les conditions pour lesquelles cette contrainte soit nulle ou maximale ?
5- Déterminer le rapport U_{moy}/U_{max}
6- Calculer le rayon du canal et le nombre de Reynolds qui correspond à un débit volumique de 0.846 l/s.



On donne : masse volumique de l'eau $\rho = 1000$ kg/m³, la gravité $g = 9.81$ m/s² la viscosité dynamique de l'eau $\mu = 10^{-3} kg/ms$ et $\alpha = 15°$.

On donne les équations suivantes :

$$\rho\left[\frac{\partial u_z}{\partial t}+u_r\frac{\partial u_z}{\partial r}+\frac{u_\theta}{r}\frac{\partial u_z}{\partial \theta}+u_z\frac{\partial u_z}{\partial z}\right]=f_z-\frac{\partial P}{\partial z}+\mu\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial u_z}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 u_z}{\partial \theta^2}+\frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2}\right]$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\rho u_r)+\frac{1}{r}\frac{\partial(\rho u_\theta)}{\partial \theta}+\frac{\partial(\rho u_z)}{\partial z}=0$$

$P = az + b$, *a et b sont des* constantes

Exercice N° 2 : *(02 points)*

Quels sont les principaux modes de transfert de chaleur pour une personne assise tranquillement dans une pièce ? Que se passe-t-il si la personne est assise près d'une cheminée rugissante (brulante) ?

Exercice N° 3 : *(08 points)*

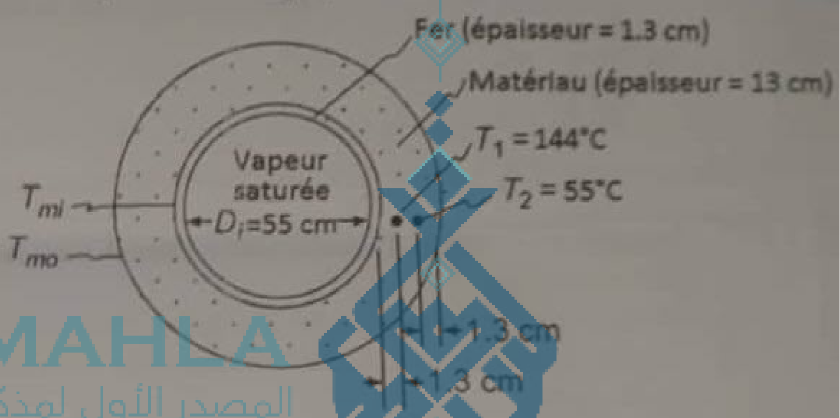
La conductivité thermique d'un matériau peut être déterminée de la manière suivante. La vapeur saturée à $241\ kPa$ est condensée à un taux de $0.618\ kg/h$ à l'intérieur d'une sphère creuse en fer d'épaisseur $1.3\ cm$ et de diamètre intérieur de $55\ cm$. La sphère est revêtue du matériau dont la conductivité thermique est à évaluer. L'épaisseur du matériau à tester est de $13\ cm$ où il y a deux thermocouples intégrés, le premier est situé à une distance de $1.3\ cm$ de la surface de la sphère de fer et l'autre est à une distance de $1.3\ cm$ de la surface extérieure du système. Si le thermocouple intérieur indique une température de $144°C$ et le thermocouple extérieur indique une température de $55°C$, Calculer :

(a) le flux de chaleur échangé dans ce cas de figure, justifier votre réponse ?

(b) la conductivité thermique du matériau entourant la sphère métallique,

(c) les températures des surfaces intérieure et extérieure du matériau d'essai (T_{mi} et T_{mo}),

(d) le coefficient global de transfert de chaleur basé sur la surface intérieure de la sphère de fer, en supposant que les résistances thermiques aux surfaces, ainsi qu'à l'interface entre les deux coques sphériques, sont négligeables.



On donne pour la vapeur saturée à $P = 241\ kPa$:

-Température de saturation $T_{sat} = 125°C$,

-Chaleur de vaporisation $h_{fg} = 2187\ kJ/kg$.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة زيان عاشور الجلفة

كلية العلوم والتكنولوجيا

مسابقة الالتحاق بالتكوين في الطور الثالث (دكتوراه ل م د) شعبة الهندسة الميكانيكية

تاريخ الامتحان: 12 مارس 2022 — المدة: ساعة ونصف

Spécialité :	**Construction Mécanique / Energétiques/ Génie des Matériaux/Energies renouvelables en mécanique**	تخصص:
Épreuve 1 :	**Méthodes Numériques**	الامتحان الأول:
Variante 1 :		الموضوع الأول:

ملاحظة: التمرينان 01 و 02 إجباريان... المسألة اختيارية بين الاقتراحين

Note : Les exercices 01 et 02 sont obligatoires... Le problème est au choix entre les deux proposés

---

Exercice N°01: (03 Pts) :

Soit l'intégrale suivant : $\int_0^{\pi/2} \sin(x)\,dx$

1. Avec un algorithme de trapèze simple ($h=\pi/2$), calculer la valeur approchée de l'intégrale. Calculer l'erreur commise sachant que la valeur exacte est égale à 1.0 ;
2. En **divisant** l'intervalle d'intégration **sur quatre** éléments, donner la nouvelle valeur approchée et son erreur.

Exercice N°02: (07 Pts) :

Soit le système suivant :

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 3 & 1 \\ -4 & -6 & 3 & 2 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \\ -2 & -1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 15 \\ 3 \\ 5 \\ 1 \end{Bmatrix}$$

- Avec la méthode d'élimination de **Gauss**, trouver les valeurs x_i .

Problème N°1 (10 Pts): (avec Méthode des Différences Finies)

On suppose un problème de transfert thermique monodimensionnel et instationnaire (Figure ci-dessous).

L'équation avec dimensions du problème s'écrit : $\rho C \dfrac{dT}{dt^*} = k \dfrac{\partial^2 T}{\partial x^{*2}}$

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة زيان عاشور الجلفة
كلية العلوم والتكنولوجيا

مسابقة الالتحاق بالتكوين في الطور الثالث (دكتوراه ل م د) شعبة الهندسة الميكانيكية

تاريخ الامتحان: 12 مارس 2022

المدة: ساعتان

Spécialité :	Energétiques	تخصص:
Épreuve 2 :	Mécanique des fluides et Transferts thermiques	الامتحان الثاني:
Variante 1 :		الموضوع الأول:

Exercice N°01 (05 Pts):

On considère un écoulement turbulent bidimensionnel. Les vitesses instantanées de l'écoulement sous forme de série temporelle U(t) et V(t) sont données par le tableau suivant :

Temps (s)	U(t) (m/s)	V(t) (m/s)
t_1	1,900	0,060
t_2	2,300	-0,145
t_3	1,950	0,125
t_4	1,850	-0,040

1) Calculer les vitesses moyennes $\overline{U}$ et $\overline{V}$.

2) L'écoulement moyen est dans quelle direction ? justifier.

3) Calculer les fluctuations des vitesses u' et v' à chaque instant t.

4) Calculer les composantes du tenseur de Reynolds $\overline{u_i'u_j'}$.

Exercice N°02 (07 Pts):

Prenons un écoulement d'un fluide visqueux et incompressible entre deux plans parallèles a l'axe $\overline{Ox}$ distants de **H**, le plan inferieur **y=0** étant pris comme référence et le plan supérieur se déplaçant à la vitesse $\mathbf{V_0}$ parallèlement a lui-même. A la différence. On applique un gradient de pression constant **dp/dx** parallèlement aux plans.

1) Comment appelle-t-on ce type d'écoulement ?

2) Que signifie : Un fluide visqueux et Un fluide incompressible ?

Le profil de vitesse entre les deux plaques est donné par : $u(y) = K\dfrac{y}{H} + P\dfrac{y}{H}(1-\dfrac{y}{H})$.

K est une constante inconnue et P est une constant connue.

3) Déterminer la constante K pour que la condition d'adhérence à la paroi supérieure soit vérifiée.

4) Calculer le débit volumique Q_V. La largeur de la plaque étant prise égale à 1.

5) Calculer la vitesse moyenne U_m.

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mohamed Khider - Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de : Génie Mécanique

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم: الهندسة الميكانيكية

Concours d'Accès à la Formation de Troisième Cycle, au titre de l'année universitaire 2021-2022.

Filière :	Génie Mécanique	الهندسة الميكانيكية	الشعبة:
Spécialité :	Energétique	طاقوية	الاختصاص:
Épreuve Commune :	Mécanique des fluides et Transfert thermique		إمتحان في المادة المشتركة:
Durée :	ساعتان	المدة:	
Coefficient :	03	المعامل:	
Date :	26/02/2022	التاريخ:	
Heure :	17:00-15:00	التوقيت:	
Variante :	03	الخيار رقم:	

Exercice N°1 : (Mécanique des fluides)

Le système d'équation simplifié pour la couche limite s'écrit :

$$\frac{\partial U}{\partial x}+\frac{\partial V}{\partial y}=0,\ (1) \quad \text{et} \quad U\frac{\partial U}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}=\nu\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \quad (2)$$

Pour résoudre ce système, nous introduisons la fonction de courant $\psi(x, y)$ tels que :

$$\psi(x,y) = f(\eta)\sqrt{U_\infty.\nu.x} \quad \text{et} \quad \eta = \frac{y}{x}\sqrt{Re_x} \quad \text{avec } Re_x = \frac{U_\infty.x}{\nu}$$

Nous cherchons la solution (U, V) tels que $U = \frac{\partial\psi(x,y)}{\partial y}$ et $V = -\frac{\partial\psi(x,y)}{\partial x}$.

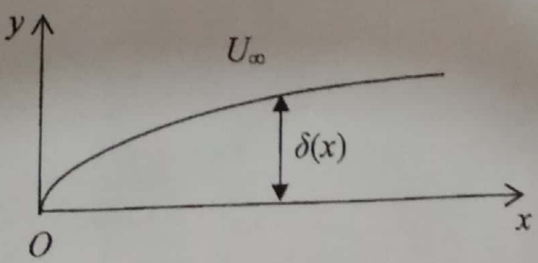
1. Montre que l'equation de continuité (Equation. 1) est automatiquement vérifiée.
2. Trouve l'expression de la vitesse longitudinale U en fonction de U_∞ et de $f'(\eta)$, puis montre que $\frac{\partial U}{\partial y} = U_\infty f''(\eta).\sqrt{\frac{U_\infty}{\nu.x}}$.
3. Montre qu'à la frontière de la couche limite (pour $y = \delta(x)$), on a : $\frac{\delta}{x} = \frac{4.92}{\sqrt{Re_x}}$ et $C_f = \frac{0.644}{\sqrt{Re_x}}$

Sachant que le système d'équations (1)-(2) est équivalent à l'équation de Blasius $f'''(\eta)+\frac{1}{2}f(\eta)f''(\eta)=0$, dont la solution numérique est donnée dans le tableau suivant :

η	0	0.2	0.4	1.0	1.4	2.2	3.0	4.92
$f'(\eta)$	0	0.0664	0.1328	0.3298	0.4563	0.6813	0.846	0.990
$f''(\eta)$	0.332	/	/	/	/	/	/	/

4. On considère un écoulement d'air à une vitesse $U_\infty = 2\ m/s$, sur une plaque plane, détermine l'épaisseur de la couche limite δ et le coefficient de frottement C_f à une distance $x = 0.6\ m$ du bord d'attaque.

Données : $\rho = 1.04\ kg/m^3$ et $\nu = 2.02 \times 10^{-5} m^2/s$.



Où v : est la vitesse du projectile (m/s), t : le temps (s), h : l'altitude en mètre (m) mesuré vers le haut à partir de la surface de la terre, g : l'accélération gravitationnelle $(\cong 9.81\ m/s^2)$ et R : le rayon de la terre $(\cong 6.37 \times 10^6\ m)$. Utiliser la méthode d'Euler pour déterminer la hauteur maximale qui serait atteinte si $v(t=0) = 1400\ m/s$.

Remarque : Prendre un pas de temps de $0.18s$ et considérer 6 chiffres après la virgule.

جامعة الشهيد حمة لخضر بالوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar d'Eloued

Faculté :	Faculté de la Technologie	التكنولوجيا	كلية:
Département :	Génie Mécanique	الهندسة ميكانيكية	قسم:

مسابقة الدخول لدكتوراه الطور الثالث، ل م د 2022/2021

Concours d'accès au doctorat 3^e cycle, LMD 2021/2022

Spécialité :	Génie Mécanique / الهندسة ميكانيكية			الاختصاص:
	Variante :	1	الخيار رقم:	
Epreuve :	Méthodes Numériques / الطرق العددية			اختبار:
Durée :	ساعة ونصف	المدة:	Coefficient : 01	المعامل:
Date :	10/03/2022	التاريخ:	Heure : 13:00	التوقيت:

Exercice 01 : (06 pts)

Utiliser la méthode de Newton-Raphson pour estimer la racine de : $e^{-x} = x$.

Utiliser comme valeur initiale $x_0 = 0$ et une erreur relative $\varepsilon < 10^{-4}$.

Exercice 02 : (06 pts)

Soit le problème de Cauchy suivant

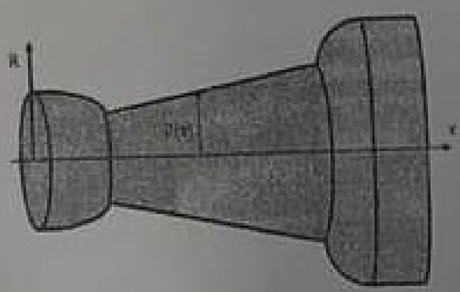
$$\begin{cases} y' = e^{(-2t)} - 2y & t \in [0, 0.2] \\ y(0) = 0 \end{cases}$$

1. Vérifier les conditions de Lipschitz en y pour la fonction f(t, y).
2. Trouver y(t) par la **Méthode d'Euler** avec le pas h= 0.1

Exercice 03 : (08 pts)

Soit la surface S présentée par la figure ci-dessous.

1. Donner le principe de la méthode d'intégration de Simpson.
2. Sachant que :



$$S = 2\pi \int_0^1 R(x)\sqrt{1 + (R'(x))^2}\, dx. \quad et\ R(x) = e^{-x}$$

➤ Utiliser la méthode de Simpson pour calculer S avec le pas **h=0.5**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية.

مركز مسابقة الدخول للتكوين في الطور الثالث دكتوراه 2022/2021

مسابقة التكوين في الطور الثالث دكتوراه

ليوم 24 فيفري 2022.

Filière :	**Génie mécanique**	الشعبة:
Spécialité :	**Energétique**	التخصص:
Épreuve 2 :	***Mécanique des fluides et transfert de chaleur***	الامتحان الثاني :
Variante 1	1	الموضوع الأول
Coefficient : 03		المعامل:ثلاثة (03)
Horaire : à 15 : 00		التوقيت:على الثالثة زوالا
Durée : 02 h 00		المدة: ساعتان(2سا)

Exercice 1 : (10 points) Mécanique des fluides

Un fluide newtonien se caractérise par une viscosité dynamique « μ » et une masse volumique « ρ », il est mis en étude sur deux étapes distinctes :

A- Première étape : le fluide s'écoule sans glissement entre deux plaques horizontales parallèles à faible distance « 2e » (voir figure 1). L'écoulement est régit par l'équation de Navier-stockes avec les hypothèses suivants:

- L'écoulement est laminaire et permanent
- Les composantes de la vitesse v, w sont négligées.
- La largeur selon l'axe z est infinie et l'effet de la gravité est négligé.
- La variation $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ est négligée par rapport à $\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$
- Les variations $\frac{\partial p}{\partial z} = \frac{\partial p}{\partial y}$=0 et la variation $\frac{\partial u}{\partial x}$ est négligée

Avec : p la pression du fluide et u, v, w sont les composante de la vitesse du fluide selon les axes x, y, z.

On demande de déterminer les expressions suivantes:

1- La vitesse du fluide.

2- Le débit volumique pour une largeur unité de la plaque.

3- La vitesse maximale du fluide

A.N : Calculer le débit volumique et la vitesse maximale

e =1 cm, μ = 10^{-3} Pa.s et $\frac{dp}{dx}$ =120 Pa/m.

B- Deuxième étape : le fluide s'écoule sur une plaque plane avec une vitesse loin de la paroi U_∞ (voir figure 2). La couche limite est dans la zone laminaire et caractérisée par : une épaisseur **δ**, une épaisseur de déplacement δ_1 et une épaisseur de quantité de mouvement δ_2. Pour une largeur unité de largeur de la plaque, on demande de déterminer les expressions suivantes :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

...

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية العلوم التطبيقية

مركز مسابقة التكوين في الطور الثالث دكتوراه (ل.م.د) 2022/2021

مسابقة التكوين في الطور الثالث دكتوراه

24فيفري2022

Filière :	**Génie Mécanique**	الشعبة:
Spécialité :	**Toutes les spécialités**	التخصص:
Épreuve 1 :	***Méthodes numériques***	الامتحان الأول:
Variante 1		الموضوع الأول
Coefficient : 01		المعامل:واحد (01)
Horaire : à 13 : 00		التوقيت:على الواحدة زوالا
Durée : 01 h 30		المدة: ساعة ونصف(1سا30د)

Exercice 1 **(06pts)**

Soit la fonction $f(x) = \sqrt{x^2 + 1} - 2x + 1.$

a) Vérifier qu'il y a au moins une racine de $f(x) = 0$ sur l'intervalle $[1,2]$ (1pts)

b) Déterminer une approximation de la solution de $f(x) = 0$ par la méthode de Bissection sur l'intervalle $[1,2]$ avec une précision de 0.01. (5pts)

Exercice 2 **(06pts)**

Soit les deux nombres $a = 10.322$ et $b = 4.435$.

Ces deux nombres sont exacts à la 3ème place décimale.

a) Donner l'erreur relative maximale de la division $c = \frac{a}{b}$ (3pts)

b) Délimiter le petit intervalle où se trouve le résultat. (3pts)

Exercice 3 **(08pts)**

Un projectile est lancé vers le haut depuis la surface de la terre. Supposons que la seule force agissant sur l'objet est la force de gravité. Sous ces conditions, un bilan de force peut être utilisé pour dériver l'expression suivante :

$$\frac{dv}{dt} = -g\frac{R^2}{(R+h^2)}10^{-5}$$

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département: Génie Mécanique

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي
كلية العلوم والعلوم التطبيقية
قسم: الهندسة الميكانيكية

Concours d'Accès à la Formation de Troisième Cycle, au titre de l'année universitaire 2021-2022

Filière :	Génie Mécanique	هندسة ميكانيكية	الشعبة:
Spécialité :	Energétique	طاقوية	الاختصاص:
Épreuve commune:	Méthodes Numériques		امتحان في المادة المشتركة:
Durée :	ساعة و نصف — المدة	Coefficient : 01	المعامل:
Date :	03/03/2022 — التاريخ:	Heure : 14:30-13:00	التوقيت:
Variante :	2		الخيار رقم:

Exercice 1 (6 points)

Une voiture fait le tour d'une piste de course de longueur l en 84 secondes. La vitesse de la voiture à chaque intervalle de 6 secondes est déterminée à l'aide d'un radar et est donnée depuis le début du tour, en mètre/seconde par le tableau suivant :

	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}
Temps	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84
Vitesse	37.8	40.84	45.21	47.54	44.8	40.53	36.88	33.22	30.17	25.90	23.77	27.12	31.70	35.35	37.50

Trouver à l'aide de la formule de Simpson, la longueur l de la piste.

Exercice 2 (7 points)

On considère la matrice A et le vecteur b suivants :

$$A = \begin{bmatrix} 6 & -2 & 2 \\ -2 & 5 & 0 \\ 2 & 0 & 7 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 0 \\ 23 \\ 16 \end{bmatrix}$$

1. Vérifier la condition de convergence de la méthode de Gauss-Seidel pour la résolution du système $Ax = b$.
2. Résoudre ce système par la méthode de Gauss-Seidel avec une précision $\varepsilon = 10^{-2}$ et prendre l'estime initial le vecteur $\begin{bmatrix} x^{(0)} \\ y^{(0)} \\ z^{(0)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.00 \\ 0.00 \\ 0.00 \end{bmatrix}$.

Exercice 3 (7 points)

On veut résoudre l'équation $f(x) = x\ln(x) - 1 = 0$.

1. En utilisant la méthode graphique localiser les racines de cette équation et faites la vérification des intervalles trouvés par le calcul.
2. Vérifier les conditions de convergence de la méthode de Newton-Raphson sur l'intervalle $[1,2]$.
3. Trouver la racine appartenant à $[1, 2]$ par cette méthode si on prend l'estimé initial $x_0 = 1.5$ et la précision $\varepsilon = 10^{-6}$.

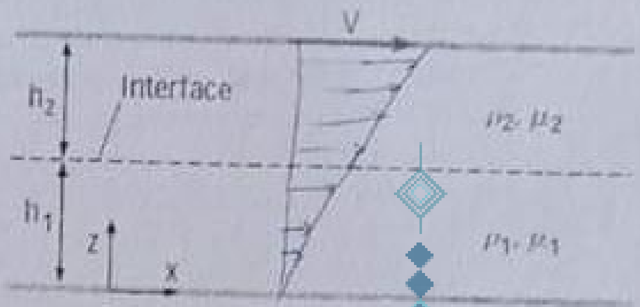
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
Faculté de Génie Mécanique et de Génie des Procédés

CONCOURS D'ACCÈS EN PREMIÈRE ANNÉE DOCTORAT (D-LMD) 2021/2022
FILIERE : GENIE MECANIQUE

Epreuve de Spécialité : Energétique (Durée : 02H)
Mécanique des Fluides et Transfert de Chaleur

Exercice 1 (10 pts)

Soit l'écoulement de deux fluides immiscibles entre deux plans parallèles infinis (voir figure ci-contre).
L'écoulement est permanent, incompressible, parallèle et laminaire.
Le plan supérieur se déplace à une vitesse **V** vers la droite alors que le plan inférieur est maintenu immobile.



L'action de la gravitation est dirigée vers le bas suivant l'axe z. Il n'y a pas de force de gradient qui pousse le fluide à travers l'espace entre les deux plans.
On ignore les effets des tensions surfaciques et on suppose que l'interface entre les deux fluides est horizontale.

La pression à **(z=0)** est égale à P_0.

1) Donner les conditions aux limites appropriées pour la vitesse et pour la pression.
2) Déterminer le champ de vitesse entre les deux plans.
3) Déterminer le champ de pression entre les deux plans.

Les équations de **Navier Stokes** pour un fluide incompressible en coordonnées cartésiennes sont:

$$\rho\left(\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+w\frac{\partial u}{\partial z}\right)=\rho g_x-\frac{\partial P}{\partial x}+\mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right)$$
$$\rho\left(\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial v}{\partial z}\right)=\rho g_y-\frac{\partial P}{\partial y}+\mu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right)$$
$$\rho\left(\frac{\partial w}{\partial t}+u\frac{\partial w}{\partial x}+v\frac{\partial w}{\partial y}+w\frac{\partial w}{\partial z}\right)=\rho g_z-\frac{\partial P}{\partial z}+\mu\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right)$$

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic Of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University Djilali BOUNAAMA of Khemis Miliana
Faculty of Science and Technology
Department of Technology
جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم التكنولوجيا

Concours d'accès à la formation de troisième cycle en vue de l'obtention du diplôme de doctorat au titre de l'année 2021-2022

Epreuve N° 01 : Méthodes Numériques (Sujet N° 03)

Filière	Spécialités	Coefficient	Durée	Date
Génie Mécanique	Construction mécanique / Energétique	1	01h30	10 Mars 2022

Note : Il est obligatoire d'écrire avec une seule couleur (bleu).

Exercice N° 01 : (06 Points)

On souhaite résoudre le système linéaire suivant: $Ax = b$ par la méthode de Gauss.
La matrice A et le vecteur b sont définie par

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 5 \\ 4 & 6 & 8 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 5 \end{bmatrix}$$

1) Que se passe-t-il si on applique l'algorithme de Gauss ?
2) Pour résoudre ce problème, on introduit la matrice de permutation suivante :

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Ecrire le système équivalent au système précédent qui a PA comme matrice associée.
3) Appliquer la méthode de Gauss à ce nouveau système et calculer la factorisation LU associée.
4) Résoudre le système à partir de la factorisation LU obtenue.

Exercice N° 02 : (07 Points)

Soit l'équation différentielle suivante :

$$\begin{cases} y'(t) - y(t) + t = 2 \\ y(0) = 2 \end{cases}$$

Déterminer la valeur de y à $t = 0.3$ à l'aide de la méthode de Runge-Kutta d'ordre 4 avec un pas $h = 0.1$ (les calculs se font à 4 chiffres après virgule).

Exercice N° 03 : (07 Points)

Soit f la fonction définie le tableau suivant :

x_i	-5	-1	0	2
$f(x_i)$	865	17	-10	-10

On notera par $P(x)$ son polynôme d'interpolation sur cet ensemble de points

1- Quel est le degré du polynôme d'interpolation que l'on peut construire avec ces données ?
2- Ecrire la table de différences divisées de f.
3- Construire l'expression de $P(x)$ par la méthode de Newton.
4- Calculer $f(1)$

Ecole Supérieure de Technologies industrielles Annaba
Département Second Cycle
Concours Formation Doctorale 2021-2022

SUJET D'EXAMEN

Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Energétique/ Energies renouvelables en mécanique
Epreuve : Analyse Numérique

Exercice 1 :

Soit le système linéaire $AX = b$ suivant :

$$\begin{pmatrix} 3 & -1 & 0 \\ -1 & 3 & -1 \\ 0 & -1 & 3 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

1. Montrer que ce système admet une solution unique.
2. Calculer les matrices d'itération des méthodes de Jacobi et Gauss-Seidel.
3. Montrer par trois manières différentes que la méthode de Gauss-Seidel converge.
4. En déduire le rayon spectral de la matrice de Jacobi, puis montrer par trois manières différentes que la méthode de Jacobi converge.
5. Calculer les deux premières itérations de la méthode de Gauss-Seidel en initialisant par le vecteur nul.

Exercice 2 :

Pour l'approximation numérique de la solution du problème de Cauchy

$$(P) : \begin{cases} y'(t) = f(t, y(t)), & t \in [t_0, t_0 + T], \quad 0 < T < +\infty, \\ y(t_0) = y_0 \end{cases}$$

Où f est Lipschitzienne par rapport à y.

On considère le schéma numérique suivant : $y_0 = y(t_0)$, et pour $n \geq 0$

$$(1) : \begin{cases} y_{n+\frac{1}{2}} = y_n + \frac{h}{2} f(t_n, y_n), \\ p_n = f\left(t_n + \frac{h}{2}, y_{n+\frac{1}{2}}\right), \\ y_{n+1} = y_n + h p_n. \end{cases}$$

1. La méthode (1) est-elle explicite ou implicite ?
2. Etudier la convergence de la méthode et donner l'ordre de convergence de ce schéma.

Université des Sciences et de la Technologie d'Oran - Mohamed BOUDIAF
Faculté de Génie Mécanique

Concours Doctoral 2021 - 20222
Spécialité : Génie Mécanique
Epreuve : Méthodes Numériques
Durée : 1 h 30 (Aucune documentation autorisée)

Exercice 1

Soit la fonction de Cauchy donnée par : $\begin{cases} y' = -2xy^2 \\ y(0) = 1 \end{cases}$

1) Vérifier que la solution proposée $y(x) = \frac{1}{x^2+1}$ est une solution exacte à cette fonction de Cauchy

2) Avec cette solution exacte y(x), calculer l'intégrale $\int_0^{0.75} y(x)dx$ par la méthode des Trapèzes sur l'intervalle [0 0.75] avec un pas de h=0.25.

3) Calculer les solutions de cette fonction de Cauchy par la méthode de EULER sur l'intervalle et le pas déjà cités précédemment.

4) Comparer les solutions obtenues aux valeurs des solutions exactes. (Utiliser l'erreur absolue)

Exercice 2

Lors d'une manipulation expérimentale, nous avons relevé les points énumérés dans le tableau qui suit :

x	0	1	4
f(x)	0	1	2

1) Déterminer le polynôme de Lagrange P(x) qui interpole cette fonction avec ces trois points d'appuis.
2) Donner l'ordre de cette interpolation.
3) Calculer P(2) et P(5)
4) Si la fonction f(x) =$\sqrt{x}$, calculer l'erreur d'interpolation aux points choisis 2 et 5.

Exercice 3

Résoudre le système A.x = b avec la méthode de Gauss. Résolution manuelle avec les fractions en utilisant comme première étape la triangularisation de A et comme seconde étape la résolution du système triangulaire pour trouver x.

$$A = \begin{pmatrix} 8 & -4 & 3 & 7 \\ 4 & 2 & -6 & 4 \\ -16 & 6 & -2 & -15 \\ 6 & 10 & -15 & 10 \end{pmatrix} \qquad b = \begin{pmatrix} 12 \\ 1 \\ -19 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
Faculté de Génie Mécanique et de Génie des Procédés

CONCOURS D'ACCÈS EN PREMIÈRE ANNÉE DOCTORAT (D-LMD) 2021/2022
FILIERE : GENIE MECANIQUE

Epreuve commune (Durée : 01H30)
Analyse Numérique

EXERCICE 1 (5 pts)
Donner l'expression itérative de Gauss-Seidel pour un système à n équations. On propose de résoudre par cette méthode le système suivant en quatre itérations. Considérer une solution initiale nulle. Les résultats seront affichés avec une précision de 6 chiffres après la virgule.

$$\begin{cases} 3x_1 - 0.1x_2 - 0.2x_3 = 7.85 \\ 0.1x_1 + 7x_2 - 0.3x_3 = -19.3 \\ 0.3x_1 - 0.2x_2 + 10x_3 = 71.4 \end{cases}$$

EXERCICE 2 (5 pts)
Soit la fonction $f(t) = 8\cos(3t).\exp(-0.5t) - 4$. Tel que t est le temps.
- Tracer l'allure de cette fonction.
- Prouver qu'il existe une solution dans l'intervalle [0, 0.8]
- Faire un choix approprié de la solution initiale
- Appliquer la méthode de Newton pour 5 itérations.

Les résultats seront affichés avec 7 chiffres après la virgule.

EXERCICE 3 (5 pts)
On donne les valeurs expérimentales de la chute d'un objet dans le tableau ci-dessous.
- Donner l'expression généralisée pour la méthode d'interpolation de Lagrange
- Estimer par cette méthode la vitesse pour l'instant *t=10 s*

Les résultats seront affichés avec 5 chiffres après la virgule.

Temps (s)	Vitesse (cm/s)
1	800
3	2310
5	3090
7	3940
13	4755

EXERCICE 4 (5 pts)
Soit l'équation différentielle ordinaire :

$$\frac{dy(t)}{dt} = -y(t) + t + 1 \qquad , \qquad \textit{valeur initiale} \quad y(0) = 1$$

- Donner la solution analytique
- On demande de résoudre cette équation par RK-4 depuis *t=0 s* jusqu'à *t=0.4 s* par pas de *0.1 s*. Comparer avec la solution analytique dans un tableau.

Les résultats seront affichés avec une précision de 4 chiffres après la virgule.

Bon courage

Saturated water—Pressure table

Press., P kPa	Sat. temp., T_{sat} °C	Specific volume, m³/kg Sat. liquid, v_f	Sat. vapor, v_g	Internal energy, kJ/kg Sat. liquid, u_f	Evap., u_{fg}	Sat. vapor, u_g	Enthalpy, kJ/kg Sat. liquid, h_f	Evap., h_{fg}	Sat. vapor, h_g	Entropy, kJ/kg·K Sat. liquid, s_f	Evap., s_{fg}	Sat. vapor, s_g
1.0	6.97	0.001000	129.19	29.302	2355.2	2384.5	29.303	2484.4	2513.7	0.1059	8.8690	8.9749
1.5	13.02	0.001001	87.964	54.686	2338.1	2392.8	54.688	2470.1	2524.7	0.1956	8.6314	8.8270
2.0	17.50	0.001001	66.990	73.431	2325.5	2398.9	73.433	2459.5	2532.9	0.2606	8.4621	8.7227
2.5	21.08	0.001002	54.242	88.422	2315.4	2403.8	88.424	2451.0	2539.4	0.3118	8.3302	8.6421
3.0	24.08	0.001003	45.654	100.98	2306.9	2407.9	100.98	2443.9	2544.8	0.3543	8.2222	8.5765
4.0	28.96	0.001004	34.791	121.39	2293.1	2414.5	121.39	2432.3	2553.7	0.4224	8.0510	8.4734
5.0	32.87	0.001005	28.185	137.75	2282.1	2419.8	137.75	2423.0	2560.7	0.4762	7.9176	8.3938
7.5	40.29	0.001008	19.233	168.74	2261.1	2429.8	168.75	2405.3	2574.0	0.5763	7.6738	8.2501
10	45.81	0.001010	14.670	191.79	2245.4	2437.2	191.81	2392.1	2583.9	0.6492	7.4996	8.1488
15	53.97	0.001014	10.020	225.93	2222.1	2448.0	225.94	2372.3	2598.3	0.7549	7.2522	8.0071
20	60.06	0.001017	7.6481	251.40	2204.6	2456.0	251.42	2357.5	2608.9	0.8320	7.0752	7.9073
25	64.96	0.001020	6.2034	271.93	2190.4	2462.4	271.96	2345.5	2617.5	0.8932	6.9370	7.8302
30	69.09	0.001022	5.2287	289.24	2178.5	2467.7	289.27	2335.3	2624.6	0.9441	6.8234	7.7675
40	75.86	0.001026	3.9933	317.58	2158.8	2476.3	317.62	2318.4	2636.1	1.0261	6.6430	7.6691
50	81.32	0.001030	3.2403	340.49	2142.7	2483.2	340.54	2304.7	2645.2	1.0912	6.5019	7.5931
75	91.76	0.001037	2.2172	384.36	2111.8	2496.1	384.44	2278.0	2662.4	1.2132	6.2426	7.4558
100	99.61	0.001043	1.6941	417.40	2088.2	2505.6	417.51	2257.5	2675.0	1.3028	6.0562	7.3589
101.325	99.97	0.001043	1.6734	418.95	2087.0	2506.0	419.06	2256.5	2675.6	1.3069	6.0476	7.3545
125	105.97	0.001048	1.3750	444.23	2068.8	2513.0	444.36	2240.6	2684.9	1.3741	5.9100	7.2841
150	111.35	0.001053	1.1594	466.97	2052.3	2519.2	467.13	2226.0	2693.1	1.4337	5.7894	7.2231
175	116.04	0.001057	1.0037	486.82	2037.7	2524.5	487.01	2213.1	2700.2	1.4850	5.6865	7.1716
200	120.21	0.001061	0.88578	504.50	2024.6	2529.1	504.71	2201.6	2706.3	1.5302	5.5968	7.1270
225	123.97	0.001064	0.79329	520.47	2012.7	2533.2	520.71	2191.0	2711.7	1.5706	5.5171	7.0877
250	127.41	0.001067	0.71873	535.08	2001.8	2536.8	535.35	2181.2	2716.5	1.6072	5.4453	7.0525
275	130.58	0.001070	0.65732	548.57	1991.6	2540.1	548.86	2172.0	2720.9	1.6408	5.3800	7.0207
300	133.52	0.001073	0.60582	561.11	1982.1	2543.2	561.43	2163.5	2724.9	1.6717	5.3200	6.9917
325	136.27	0.001076	0.56199	572.84	1973.1	2545.9	573.19	2155.4	2728.6	1.7005	5.2645	6.9650
350	138.86	0.001079	0.52422	583.89	1964.6	2548.5	584.26	2147.7	2732.0	1.7274	5.2128	6.9402
375	141.30	0.001081	0.49133	594.32	1956.6	2550.9	594.73	2140.4	2735.1	1.7526	5.1645	6.9171
400	143.61	0.001084	0.46242	604.22	1948.9	2553.1	604.66	2133.4	2738.1	1.7765	5.1191	6.8955
450	147.90	0.001088	0.41392	622.65	1934.5	2557.1	623.14	2120.3	2743.4	1.8205	5.0356	6.8561
500	151.83	0.001093	0.37483	639.54	1921.2	2560.7	640.09	2108.0	2748.1	1.8604	4.9603	6.8207
550	155.46	0.001097	0.34261	655.16	1908.8	2563.9	655.77	2096.6	2752.4	1.8970	4.8916	6.7886
600	158.83	0.001101	0.31560	669.72	1897.1	2566.8	670.38	2085.8	2756.2	1.9308	4.8285	6.7593
650	161.98	0.001104	0.29260	683.37	1886.1	2569.4	684.08	2075.5	2759.6	1.9623	4.7699	6.7322
700	164.95	0.001108	0.27278	696.23	1875.6	2571.8	697.00	2065.8	2762.8	1.9918	4.7153	6.7071
750	167.75	0.001111	0.25552	708.40	1865.6	2574.0	709.24	2056.4	2765.7	2.0195	4.6642	6.6837

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic Of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University Djilali BOUNAAMA of Khemis Miliana

Faculty of Science and Technology

Department of Technology

جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة

كلية العلوم والتكنولوجيا

قسم التكنولوجيا

Exercice N° 03 : (07 Points)

Une plaque d'aluminium de forme rectangulaire **0.5 x 30 cm** à une température de **500°C** est refroidie dans un bain d'eau maintenue à **90°C**. Les coefficients de transfert de chaleur sont :

$h = 510\ W/m^2.°C$ pour une température comprise entre **260 et 500 °C**

$h = 2550\ W/m^2.°C$ pour une température comprise entre **90 et 260 °C**

1) Trouver l'expression de la variation de la température
2) Déterminer le temps nécessaire pour un refroidissement jusqu'à **120°C**

Données de l'aluminium :

$\lambda = 237\ W/m.°C$; $Cp = 900\ J/kg\,°C$; $\rho = 2702\ kg/m^3$.

Exercice 03 : (08 pts)

Un stockage radioactif est constitué d'une sphère en matériau composite constitué de deux couches : une couche intérieure en plomb (conductivité thermique $\lambda_{Pb} = 35.3$ W/m K) de rayon intérieur $R_1 = 0.25$ m et de rayon extérieur $R_2 = 0.30$ m, recouverte d'une couche d'acier inoxydable de conductivité thermique $\lambda_{ac} = 15.1$ W/m K, de rayon externe $R_3 = 0.31$ m (voir figure ci-dessous). La cavité est remplie avec des déchets radioactifs qui produisent de la chaleur à un taux de $q = 1.5 \times 10^6$ W/m^3.

Il est proposé de plonger le récipient dans les eaux océaniques qui sont à une température de $T_F = 10$ °C, le coefficient de convection à la surface extérieure du récipient étant $h_C = 500$ W/m^{2}K.

1. Déterminer la puissance libérée par le stockage radioactif.
2. Évaluer les températures T_1 et T_3 correspondant aux surfaces interne et externe.
3. Sachant que la température de fusion du plomb est $T_{fusion} = 601$ K, que pensez-vous des résultats précédents ? Commentez votre réponse.
4. Pour fiabiliser ce stockage, on propose de placer ce système dans un réservoir intermédiaire dans lequel on fait circuler les eaux océaniques à grand débit, de façon à augmenter le coefficient de convection h_C. Quelle devra-t-être la valeur minimale du coefficient d'échange h_C pour que la température de l'enveloppe ne dépasse pas 500 K ?

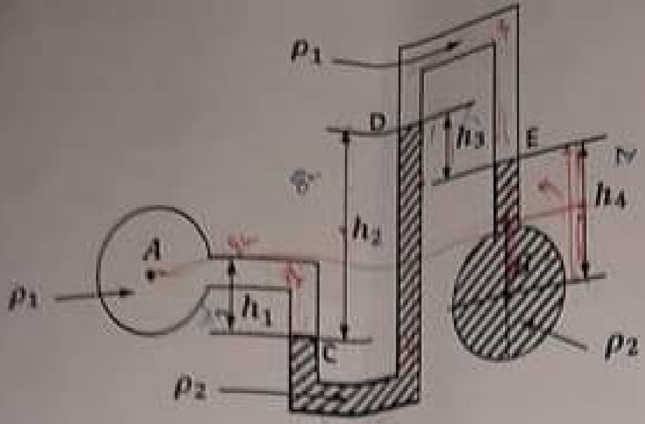


Figure 1

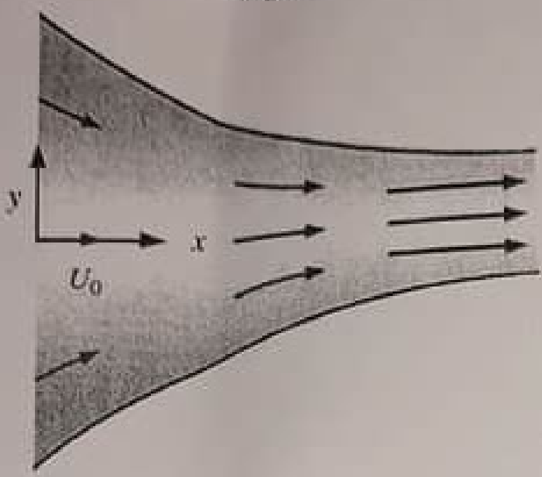


Figure 2

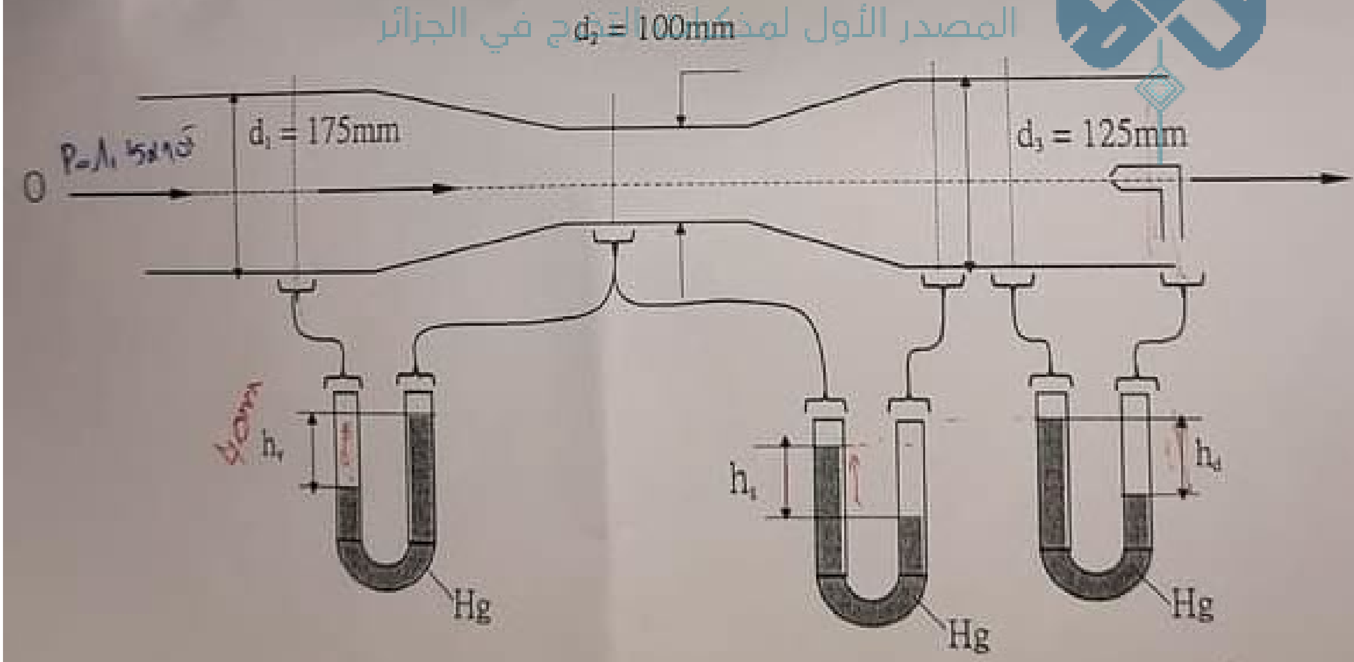


Figure 3

Exercice 04 (06 points):

1) Donner la définition de l'albédo d'une surface.
2) Quelle est la raison pour laquelle le bilan thermique de la Terre, donne une température inférieure à celle observée ?
3) Du point de vue thermique, que se passe-t-il lorsqu'un fluide change d'état physique ?
4) Selon quel mode de transfert de chaleur, une résistance électrique d'un radiateur réchauffe l'air d'une pièce ?
5) Est-ce qu'un bon matériau isolant possède une faible résistance thermique ? Justifier votre réponse.
6) Quels sont les types de corps qui émettent un rayonnement ?
7) Dans le cas où le rayon de calorifuge d'un tube est supérieur au rayon critique (cas du refroidissement). Est-ce que le calorifuge est efficace? Justifier votre réponse.
8) Si le nombre de Biot d'un système est inférieur à 0.1, que peut-on dire sur la température du corps considéré?
9) Que caractérise l'effusivité thermique d'un matériau ?
10) Citer les facteurs qui peuvent influer sur la diffusivité thermique d'un matériau.
11) Un cube, une sphère et une plaque mince circulaire (tous ayant la même masse et faits du même matériau) sont tous chauffés à 300°C et refroidis à l'air naturel. Lequel refroidira le plus lentement ? Justifier votre réponse
12) Quelle est la valeur de la somme de la réflectivité et de l'absorptivité pour un corps opaque ?