



Epreuve de Chimie

Durée : 3h

Exercice 1 :

Le spectre d'émission de l'atome d'hélium ionisé He^+ se compose de séries de raies dont les longueurs d'onde λ ou les nombres d'onde σ vérifient la relation :

$$\frac{1}{\lambda} = \sigma = 4R_{He} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (1)$$

La constante de Rydberg, R_{He} , est égale à $1,097.10^7 m^{-1}$; n_1 et n_2 sont des nombres entiers positifs.

1. Expliquez le mécanisme de l'émission d'une radiation de longueur d'onde λ .
2. Calculer,
 - a) en nm, les longueurs d'onde des deux premières raies de la série de Pickering ($n_1 = 3$).
 - b) en joules et en électron-volts, les variations d'énergie correspondant à l'émission de ces deux radiations.
3. Montrer que, pour chaque série de raies, il existe une limite de la série correspondant à une valeur maximale de σ .
4. Calculer, en joule et en électron-volts, l'énergie de la deuxième ionisation de l'atome d'hélium. Quelles sont les raies qui peuvent être émises lorsque He^{2+} capte un électron ?
5. A partir de la relation (1) déterminer, pour un hydrogéoïde, l'expression de l'énergie E_n du niveau correspondant au nombre quantique principal, n , en fonction de ce nombre n et du numéro atomique Z de l'hydrogéoïde. On admettra que la constante de Rydberg est indépendante de l'hydrogéoïde.
6. Calculer, en joules et en électron-volts, la valeur de l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.

Exercice 2 :

Le (R) 3-éthyl-1-méthylcyclopent-1-ène **A** est traité d'une part par le dibrome et d'autre part par du HCl pour conduire respectivement aux composés **B** et **C**.

1. Représenter ce composé et le ou les produits obtenu(s) dans chacune de ces réactions. Si plusieurs composés sont obtenus préciser leur relation de stéréochimie.
2. Rappeler le mécanisme de l'hydrogénation catalytique (H_2 en présence de palladium ou de nickel de Raney)
3. A quel(s) produits conduit l'hydrogénation catalytique du composé **A** ?
4. Proposer par une série de réactions permettant de passer du composé **A** (R) 3-éthyl-1-méthylcyclopent-1-ène au 1-éthyl-3-méthylcyclopent-1-ène

1) Que sous-entend l'hypothèse métal « parfait » ? Que peut-on dire du champ électrique en tout point du métal parfait ?

2) Qu'indique l'équation de Maxwell-Faraday en tout point du métal parfait ?

Dans toute la suite, on suppose que le champ magnétique est nul en tout point du métal parfait.

3) Rappeler les équations de Maxwell dans le vide et en déduire les équations de propagation pour les champs électrique et magnétique.

En déduire la forme des équations de propagation du champ électrique $\vec{E}$ et du champ magnétique $\vec{B}$

On pose $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$; quelle est la signification physique de c ?

S'intéressant à une onde harmonique, on note les champs complexes $\underline{\vec{E}}$ et $\underline{\vec{B}}$ sous la forme :

$$\underline{\vec{U}} = \underline{\vec{U}}_0(x, y) e^{-\gamma z} e^{j\omega t} \text{ avec } j^2 = -1$$

4) Le coefficient γ est appelé ici constante de propagation ; ce coefficient peut être réel, imaginaire pur ou complexe. Quelle serait la forme de γ dans les trois cas suivants :

- propagation sans pertes ;
- propagation avec pertes ;
- pas de propagation de l'onde électromagnétique.

Dans la suite, on se place dans le cas d'une propagation sans pertes.

5) Dans le cas d'une propagation sans pertes selon les z croissants, si l'on pose $\gamma = j k$, k est-il un réel positif ou négatif ?

On utilisera dans la suite les expressions : $\underline{\vec{E}}(x, y, z, t) = \underline{\vec{E}}_0(x, y) e^{j(\omega t - kz)}$ et

$$\underline{\vec{B}}(x, y, z, t) = \underline{\vec{B}}_0(x, y) e^{j(\omega t - kz)}$$

Quel est l'effet de l'opérateur $\frac{\partial}{\partial t}$ en notation complexe ? Quel est ici l'effet de l'opérateur $\frac{\partial}{\partial z}$ en notation complexe ?

On s'intéresse ici aux modes de propagation dits *transverses magnétiques*, notés TM, c'est-à-dire tels que $\underline{B}_{0z}(x, y) = 0$; on suppose que $\underline{E}_{0z}(x, y) \neq 0$ contrairement au cas de l'onde plane.

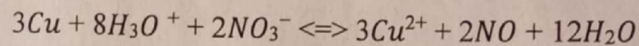
De même, la constante k est dans la suite supposée différente du rapport $\frac{\omega}{c}$

6) A l'aide des équations de Maxwell-Faraday et Maxwell-Ampère, établir quatre (04) équations permettant d'exprimer les valeurs complexes des composantes transverses $\underline{E}_x, \underline{E}_y$ d'une part et $\underline{B}_x, \underline{B}_y$

Exercice 3 :

Les réactions d'oxydo-réduction sont caractérisées par une variation d'enthalpie libre ΔG° et par une constante d'équilibre K .

Soit la réaction d'oxydo-réduction dont le bilan est donné par l'équation :

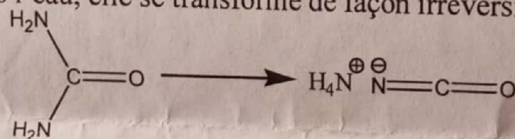


1. Ecrire et équilibrer les réactions d'oxydation et de réduction donnant lieu à cette équation-bilan.
2. Calculer les valeurs de ΔG° ainsi que de K .
3. Quel commentaire peut-on faire sur la valeur de K ?
4. Quelle est la signification du signe de ΔG° ?

Données : $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34\text{V}$ $E^\circ(\text{NO}_3^-/\text{NO}) = 0,96\text{V}$ $T = 298\text{K}$ $F = 96500\text{C}$ $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

Exercice 4 :

Quand on dissout de l'urée dans l'eau, elle se transforme de façon irréversible en isocyanate d'ammonium.



Les mesures de la concentration d'urée en fonction du temps donnent les résultats suivants :
à $T_1 = 334 \text{ K}$

$t(\text{min})$	0	9600	18220	28600
$[\text{urée}] (\text{mol.dm}^{-1})$	0,1	0,0854	0,0742	0,0625

à $T_2 = 344\text{K}$

$t(\text{min})$	0	2818	4800	9096
$[\text{urée}] (\text{mol.dm}^{-1})$	0,1	0,0836	0,0736	0,056

1. Montrer que ces résultats sont en accord avec une loi cinétique d'ordre 1 par rapport à l'urée.
2. Calculer les constantes de vitesses k_1 et k_2 correspondant aux températures T_1 et T_2 .
3. Calculer le temps de demi-réaction à 334 K.
4. Calculer le temps nécessaire pour que les $\frac{3}{4}$ de l'urée initiale se soient transformés à 334 K.
5. Calculer l'énergie d'activation de la réaction, donnée par la formule approchée d'Arrhénius.



CONCOURS D'ENTREE EN CYCLE INGENIEUR DE L'EPO

Epreuve de Physique

Durée : 4h

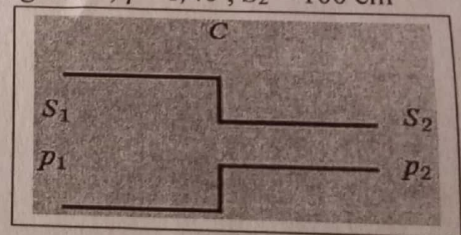
Exercice 1 :

On considère un gaz parfait qui s'écoule à partir d'un récipient de grand volume (état 1) jusqu'à l'atmosphère par un ajutage C . La pression du gaz est mesurée à une grande distance de C pour qu'elle puisse être considérée comme uniforme et constante dans toute la section S_1 . En première approximation, la vitesse du fluide dans cette section S_1 peut être négligée. Le régime est supposé permanent.

On donne : $p_1 = 2,0 \text{ bar}$; $p_2 = 1,0 \text{ bar}$; $T_1 = 293 \text{ K}$; $c_p = 1005 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$; $\gamma = 1,40$; $S_2 = 100 \text{ cm}^2$

1. L'écoulement est isentropique.

- Calculer la variation d'enthalpie massique entre les sections S_1 et S_2 .
- Calculer la vitesse théorique c_2 du gaz dans la section S_2 en négligeant la vitesse du fluide dans la section S_1 .
- Calculer le débit massique du gaz dans l'état 2.



- En réalité l'écoulement est adiabatique irréversible (existence de frottements) et la température mesurée dans l'état 2 (sortie de l'écoulement) est $T'_2 = 243 \text{ K}$, en déduire la vitesse c'_2 de sortie.
 - Pendant son écoulement l'air subit une variation continue de son état que l'on peut assimiler à une évolution polytropique, soit $pv^k = A$. Calculer k .
- Calculer :
 - le travail de transvasement massique pour la polytropique ;
 - la variation d'entropie massique dans la transformation réelle ;
 - la quantité de chaleur massique dissipée par frottement (ou quantité de chaleur massique fictive).

Exercice 2 :

On considère la charge monophasée représentée sur la *figure 4*, placée sous une tension sinusoïdale de valeur efficace $V = 230$ V et de fréquence 50 Hz.

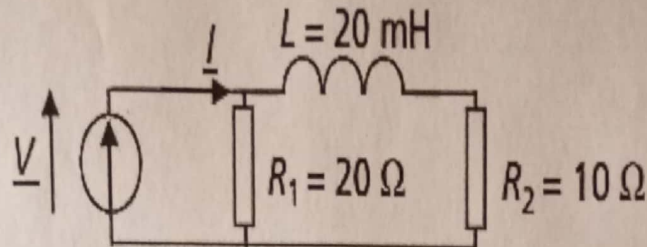


Figure 4

- 1) Calculer la valeur efficace du courant circulant dans la résistance R_1 .
- 2) Calculer la valeur efficace du courant circulant dans la résistance R_2 .
- 3) Calculer la valeur efficace du courant absorbé par l'ensemble de ce circuit.
- 4) Calculer la valeur des puissances active P , réactive Q et apparente S relatives à ce circuit.
- 5) En déduire la valeur du facteur de puissance de cette charge.

Exercice 3 :

Un condensateur de capacité $C = 40 \mu\text{F}$ a une charge initiale $Q = 50 \mu\text{C}$. On laisse ce condensateur se décharger à travers un conducteur ohmique de résistance $R = 8 \text{ k}\Omega$.

- 1) Etablir l'équation donnant la loi de variation de la charge du condensateur en fonction du temps.
- 2) Déterminer l'intensité du courant et la charge du condensateur à l'instant $t = 10 \text{ ms}$.
- 3) Déterminer la puissance électrique dissipée dans le conducteur ohmique à l'instant $t = 10 \text{ ms}$.
- 4) Calculer la durée nécessaire pour que l'énergie stockée dans le condensateur atteigne 10% de sa valeur initiale.

Exercice 4 :

On donne $\epsilon_0 = 8,842 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$ et $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$.

On se place dans un système de coordonnées cartésiennes et on considère un guide d'onde formé d'un conducteur métallique creux, dont la cavité cylindrique a une section droite de forme a priori quelconque ; on étudie la propagation, dans cette cavité, d'une onde électromagnétique sinusoïdale de pulsation ω dans la direction de l'axe Oz et dans le sens des z croissants.

Le métal est supposé parfait et l'intérieur du guide est constitué de vide.

d'autre part, en fonction de celle de la composante longitudinale $\underline{E_z}$ et de ses dérivées partielles par rapport à x et y .

7) En utilisant une des équations de propagation établies à la question 3), montrer que la composante longitudinale $\underline{E_z}$ du champ électrique complexe satisfait l'équation suivante :

$$\frac{\partial^2 \underline{E_z}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \underline{E_z}}{\partial y^2} + K^2 \underline{E_z} = 0,$$

où K est une constante que l'on exprimera en fonction de k , de la pulsation ω et de $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$

8) On rappelle en fin d'énoncé les relations de passage pour le champ électromagnétique. Quelles sont les composantes des champs électrique $\vec{E}$ et $\vec{B}$ qui sont toujours continues à la traversée d'une surface ? En déduire, pour ces deux champs, quelles composantes (tangentiellles ou normales) doivent s'annuler dans le vide au voisinage immédiat du métal parfait.

Rappel : relations de passage :

- On donne la relation de passage pour $\vec{E}$ en présence de densité de charges surfaciques σ séparant deux milieux 1 et 2 de part et d'autre de cette surface chargée : $\vec{E}_2 - \vec{E}_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{n}_{12}$
Où $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ sont respectivement les champs dans les milieux 1 et 2 au voisinage immédiat de la surface, $\vec{n}_{12}$ est le vecteur unitaire normal localement à cette surface et allant du milieu 1 vers le milieu 2.
- On donne la relation de passage pour $\vec{B}$ en présence de courants surfaciques séparant deux milieux 1 et 2 de part et d'autre de cette nappe de courant : $\vec{B}_2 - \vec{B}_1 = \mu_0 \vec{J}_s \wedge \vec{n}_{12}$
où $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ sont respectivement les champs dans les milieux 1 et 2 au voisinage immédiat de la nappe de courant, $\vec{n}_{12}$ est le vecteur unitaire normal localement à cette surface et allant du milieu 1 vers le milieu 2, et $\vec{J}_s$ est le vecteur densité de courant surfacique.

ECOLE POLYTECHNIQUE DE OUAGADOUGOU



BURKINA FASO
Unité - Progrès - Justice

Année Académique 2022-2023

CONCOURS D'ENTREE EN CYCLE INGENIEUR DE L'EPO

Epreuve d'Anglais

Durée: 2h

TEXT : Economic Consequences of the COVID-19.

In addition to the substantial burden on healthcare systems, COVID-19 has had major economic consequences for the affected countries. The COVID-19 pandemic has caused direct impacts on income due to premature deaths, workplace absenteeism, and reduction in productivity has created a negative supply shock, with manufacturing productive activity slowing down because of global supply chain disruptions and closures of factories. For example, in China, the production index in February declined by more than 54% from the preceding month's value. Adding to the impact on productive economic activities, consumers typically changed their spending behavior mainly due to decreased income and household finances, as well as the fear and panic accompany the epidemic. Service industries such as tourism, hospitality, and transportation have suffered significant losses due to reduction in travel. The International Air Transport Association projects a loss in airline revenue solely from passenger carriage of up to \$ 314 billion. Restaurants and bars, travel and transportation, entertainment, and sensitive manufacturing are among the sectors in the US that are the worst affected by the COVID-19 quarantine measures. The advance seasonally adjusted insured unemployment rate in the US has already reached a record level of 11% for the week ending April 11, 2020.

Furthermore, marked health inequalities, especially in countries without universal healthcare coverage, the economic impact of the COVID-19 pandemic will be heterogeneous across the

country's income distribution. For instance, office workers are more likely to transition to flexible working arrangements during the restrictions, while many industrial, tourism, and transport workers will suffer a notable reduction in work due to community restrictions and low demand for their goods and services.

Global financial markets have been heavily impacted by the effects of the pandemic spread. As the numbers of cases started to increase globally, mainly through the US, Italy, Spain, Germany, France, Iran, and South Korea, the world financial and oil markets enormously declined. Since the start of the year, leading US and European stock market indices have lost a quarter of their value, with oil prices declining by more than 65% as of April 24, 2020. Daily data on stock market volatility and price movements are good indicators of consumer and business confidence in the economy. There were enormous negative relationships between the daily number of COVID-19 cases and various stock indices.

Larger economic problems are associated with the current and potential future demand for oil translating into fluctuations in oil prices due to reduced economic activities driven by the COVID-19 pandemic. Expected excess supply was also responsible for important price reductions. If lower than expected oil prices continue, mainly oil-dependent economies may contract following reductions in trade and investment. Shocks to the labor markets will be severe, especially for countries dependent on migration. Generally speaking, migrant workers make important contributions to the labor markets, addressing imbalances in both high and low-skilled occupations. As international travel restrictions and quarantine are likely to remain for the foreseeable future as countries try to stop the spread of the pandemic, migration flows will be limited, hindering global economic growth and development.

Adapted from WHO (World Health Organization). Coronavirus Disease 2019 Situation Report 100. Geneva 2020.

QUESTIONS

I- VOCABULARY (2points)

Find in the text a synonym for each of the following words or expressions:

- 1- coronavirus 2019;
- 2- industries;
- 3- traveler;
- 4- revenue.

II- COMPREHENSION (4points)

Write « True » or « False » in front of the number of each statement corresponding to the right answer.

- 1- The customers do not change their buying behavior notwithstanding the COVID-19.
- 2- The affected countries did not get any healthcare problems before the pandemic appearance.
- 3- Many service companies have lost too much money due to COVID-19.
- 4- Shocks to the labor markets are not going to be good for countries dependent on migration.

III- GRAMMAR (3points)

A- Use the appropriate tense of the verb in parentheses.

- 1) COVID-19 (to be) a worldwide concern since 2019.
- 2) The President of the republic (to deliver) a speech in the coming hours.

B- Report the following sentences.

- 1) The doctor declared: "COVID-19 is a dangerous disease".
- 2) "I will go to the USA next year", my brother says.

C- Put the following sentences into the passive voice.

- 1) Many students have learnt English for many years.
- 2) They could cure this dangerous disease very quickly.

IV- Writing. (5points)

State some economic consequences due to the COVID-19 in your country. Say how to find solutions to them. (12-15lines maximum).

V- Translation (5 points)

Translate the third paragraph of the text into French.

Very important notice: The order of the questions (**from I to V**) must be strictly respected. The non-respect of this instruction will be punished. A good presentation of your papers is recommended.

Presentation: **1point.**



Année Académique 2022-2023

CONCOURS D'ENTREE EN CYCLE INGENIEUR DE L'EPO

Epreuve de Mathématiques

Durée : 4h

Exercice 1 : Assiduité d'un élève-ingénieur

A l'EPO, on estime qu'un élève-ingénieur sérieux doit avoir une probabilité au plus égale à 2% d'arriver en retard en cours. On considère dans cet exercice un élève sérieux, dont la probabilité d'arriver en retard est, chaque jour, de 2%. Sur un semestre universitaire de 100 jours (ouvrables), on note X la variable aléatoire égale au nombre de retards constatés chez cet élève.

1. Déterminer la loi de la variable aléatoire X , puis calculer son espérance et sa variance.
2. Quelle est la probabilité
 - (a) Pour que l'élève n'ait jamais été en retard sur tout le semestre ?
 - (b) Pour qu'il ait été en retard exactement une fois ?
 - (c) Pour qu'il ait été en retard tous les jours ? Analyser et Commenter ce résultat !
3. L'administration de l'EPO décide de sanctionner à partir du 3ème retard dans le semestre.
 - (a) Calculer la probabilité pour que cet élève sérieux considéré soit sanctionné.
 - (b) Quelle aurait été cette probabilité pour un élève très sérieux ayant chaque jour une probabilité de 1% d'arriver en retard ?

Exercice 2 : Etude de Fonction, Calcul Intégrale, et Suite Numérique

On considère la fonction f donnée par $f : x \mapsto 2022^x$, et $\forall n \in \mathbb{N}$, on pose $I_n = \int_0^\pi f(-nx) \cos(2023x) dx$.

1. Etudier les variations de f sur son domaine de définition D_f , puis tracer l'allure sa courbe (C_f) , et la tangente (T_0) à (C_f) à l'origine dans un repère orthogonal $(O; \vec{i}; \vec{j})$.
2. Déterminer le développement limité d'ordre 2 de f en $x_1 = 1$.
3. Montrer que f réalise une bijection de D_f vers un intervalle J que l'on déterminera.
Dans la suite, on notera f^{-1} sa bijection réciproque.
4. Calculer $f^{-1}(2023)$, puis déterminer la dérivée de f^{-1} en tout point a de J .
5. Tracer dans le même repère que (C_f) l'allure de la courbe de f^{-1} (justifier cette représentation).
6. Résoudre sur $\mathbb{R}$ l'équation, $(E) : f(1 - x^2) = f(x + x^2)$.
7. Montrer que f est solution d'une équation différentielle linéaire du premier ordre.
8. Calculer les deux premiers termes de la suite (I_n) .
9. Calculer la limite de la suite (I_n) .
10. Etudier la nature (convergence) de la série numérique de terme général I_n .

Exercice 3

La trajectoire suivie par un objet relié à un parachute est un axe vertical noté $(O, \vec{i})$.

À un instant donné, le vecteur vitesse $\vec{V}$ de l'objet est défini par $\vec{V}(t) = v(t) \vec{i}$ où v est une fonction de la variable réelle positive t .

Dans ces conditions de l'expérience, le vecteur $\vec{R}$ représentant la résistance de l'air est défini par $\vec{R} = k\vec{V}$ où k est un nombre réel strictement positif.

On admet que la fonction v vérifie l'équation différentielle

$$mv'(t) + kv(t) = mg \quad (1)$$

où m est la masse totale de l'objet et du parachute et g le coefficient de l'accélération de la pesanteur.

1. (a) Montrer qu'il existe une fonction constante, solution particulière de (1);
- (b) Montrer que les fonctions solutions de (1) sont définies pour tout nombre réel positif t par :

$$v(t) = Ce^{-\frac{k}{m}t} + \frac{mg}{k}$$

où C est une constante réelle dépendant des conditions de l'expérience.

2. Dans la suite du problème on prendra $m = 8kg$, $g = 10ms^{-2}$ et $k = 25$ unités SI .

- (a) Donner la fonction particulière v_1 solution de l'équation différentielle (1) correspondant à une vitesse initiale $v(0) = v_0$ de $5ms^{-1}$.
- (b) Donner la fonction particulière v_2 solution de l'équation différentielle (1) correspondant à une vitesse initiale nulle.
- (c) Montrer que les fonctions v_1 et v_2 ont la même limite d lorsque t tend vers $+\infty$.
- (d) Donner la solution particulière v_3 solution de l'équation différentielle (1) correspondant à une vitesse initiale $v(0) = w_0$ de $3,2ms^{-1}$.
- (e) Tracer soigneusement les courbes (C_1) , (C_2) et (C_3) représentant respectivement les fonctions v_1 , v_2 et v_3 dans un repère orthogonal $(O, \vec{i}, \vec{j})$, où l'unité graphique est de $4cm$ sur l'axe Ox , et $2cm$ sur l'axe Oy .

Exercice 4

On se place dans l'espace vectoriel $E = \mathbb{R}^3$. Soit $f : E \rightarrow E$ l'application définie par $\forall (x, y, z) \in E, f(x, y, z) = (-2x + 3y + z, 5x + y, 4x + 11y + 3z)$.

1. Montrer que f est un endomorphisme de E .
2. Déterminer une base de $\text{Ker} f$. f est-il injectif?
3. Déterminer la matrice A de f dans la base canonique de E .
4. Déterminer une base de $\text{Im} f$. f est-il surjectif?

Exercice 5

Les parties I et II sont indépendantes.

Partie I

On considère $E = \mathbb{R}^3$ muni de la base canonique $\mathcal{B}$. Soit $\mathcal{B}'$ le système composé des vecteurs : $u = (-1, 1, 1), v = (2, 1, 1), w = (0, -1, 1)$.

1. Vérifier que $\mathcal{B}'$ est une base de E .
2. Soit f l'endomorphisme de E dont la matrice par rapport à la base $\mathcal{B}$ est donnée par:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

Déterminer la matrice de f dans la base $\mathcal{B}'$, notée D .

3. Donner la matrice de passage P de la base $\mathcal{B}$ à la base $\mathcal{B}'$. Calculer P^{-1} .
4. Exprimer A en fonction des matrices D, P , et P^{-1} . Calculer A^n .

Partie II

Soit φ l'endomorphisme de $\mathbb{R}_2[X]$ défini par:

$$\varphi(P) = (X + 1)P', \quad P \in \mathbb{R}_2[X].$$

1. Déterminer la matrice de φ dans la base canonique de $\mathbb{R}_2[X]$ et calculer son rang.
2. Déterminer une base de $\text{Im } \varphi$ et une base de $\ker \varphi$.
3. Montrer que les sous espaces $\text{Im } \varphi$ et $\ker \varphi$ sont supplémentaires dans $\mathbb{R}_2[X]$.