

Lundi 2 Juillet 2018

Concours d'entrée
En classe de Mathématiques Supérieures (ESIB)
Et en première année Licence en Télécommunication (INCI)

Epreuve de Chimie

Durée 1h00-Documents interdits.

Le candidat traitera les 3 exercices, ceux-ci étant indépendants l'un de l'autre

L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé

Le sujet comprend 2 pages

Exercice I

L'acide formique HCO_2H (noté HA) est un monoacide faible de pK_A égal à 3,8.

1. Dresser le diagramme de prédominance des espèces acido-basiques en fonction du pH de la solution.
2. Calculer le taux de dissociation α de l'acide d'une solution aqueuse d'acide formique dont la concentration initiale est égale à $C_0 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.
3. Quelle est la valeur du pH lue sur un pH-mètre trempé dans la solution précédente ?

Exercice II

Considérons la réaction (en enceinte fermée de 2 litres) :

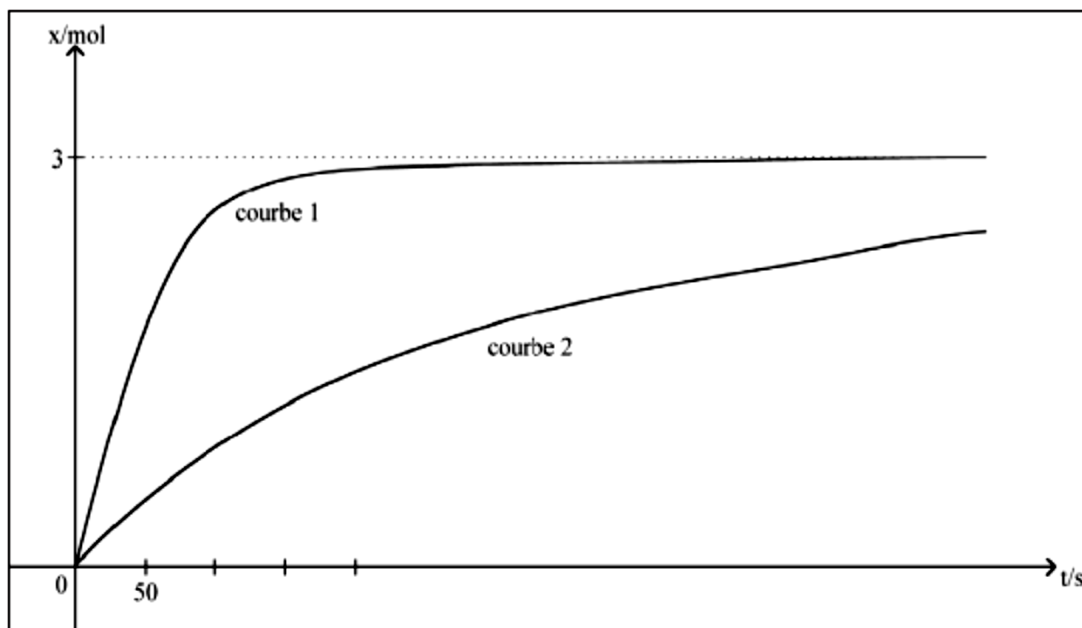


Cette réaction est exothermique dans le sens direct.

1. On part de 1 mole de SO_2 et de 1 mole de O_2 . A l'équilibre, on obtient 0,32 mole de SO_3 . Calculer la constante d'équilibre K_c de la réaction.
2. Comment évoluera la concentration en trioxyde de soufre
 - a) Si on augmente la concentration en dioxyde de soufre.
 - b) Si on diminue la concentration en dioxygène.
 - c) Si on diminue la pression totale.
 - d) Si on fournit de la chaleur au système.

Exercice III

Une réaction chimique est étudiée dans deux conditions différentes. Les courbes $x = f(t)$ sont représentées dans la figure suivante, « x » étant le nombre de mole du produit de la réaction.



1. Comparer les vitesses initiales des deux situations.
2. Comment varie la vitesse de la réaction avec le temps ? Justifier.
3. Dans un cas, il y a un catalyseur et pas dans l'autre. Attribuer chaque courbe à chaque cas.
4. Si la différence entre les expériences avait été une différence de température, quelle courbe correspond à la température la plus élevée ?
5. Déterminer le temps de demi réaction dans chaque cas.

Concours d'entrée

En classe de mathématiques supérieures (ESIB)

Et en première année de licence en télécommunications (INCI)

Epreuve de Culture Générale

**Durée 1H30 – Documents interdits
L'énoncé comporte 4 pages de texte**

L'intelligence artificielle

"L'intelligence artificielle se définit comme le contraire de la bêtise naturelle", selon Woody Allen. La recherche dans ce domaine s'amplifie, une course mondiale à l'innovation est lancée depuis les années 2000. Mais d'où vient l'intelligence artificielle et que recoupe ce terme ?

Emmanuel Macron ne veut pas que la France "rate le train de l'intelligence artificielle", conduit par la Chine et les Etats-Unis. Le président de la République a présenté ce jeudi 29 mars un plan ambitieux pour développer les recherches dans ce domaine, en passe de révolutionner l'économie et la société. Mais le train de l'intelligence artificielle compte de nombreux wagons. Retour aux origines de l'expression, et éclairage sur les domaines qu'elle regroupe, alors que France Culture vous propose un forum à ce sujet ce samedi.

Une idée née au milieu du XXe siècle

"L'apparition des ordinateurs, dans les années 1940-1950, semble rendre possible le rêve de l'intelligence artificielle", écrit Frédéric Fürst, maître de conférence, du laboratoire MIS, Modélisation, Information et Système de l'université de Picardie.

A l'origine, le mathématicien Norbert Wiener lance la cybernétique dans les années 1940, qu'il définit comme la science du fonctionnement de l'esprit humain. Il veut, selon Frédéric Fürst, "modéliser l'esprit comme une boîte noire, mais cela n'aboutit pas". Les chercheurs se détournent alors de l'esprit pour se concentrer sur les neurones. Et c'est là que démarre un bouillonnement d'idées.

Deux approches de l'IA, l'intelligence artificielle, émergent dans les années 1940 : le connexionnisme et le cognitivisme. Le connexionnisme est porté par deux neurologues, Warren McCulloch et Walter Pitts, qui proposent de reproduire dans une machine le fonctionnement interne du cerveau humain. Ils inventent le neurone formel, le premier modèle mathématique du neurone.

Le neuropsychologue Donald Hebb crée de son côté, en 1949, une règle qui permet de doter les neurones formels de capacité d'apprentissage. Le cognitivisme, écrit Frédéric Fürst, "considère que la pensée peut être décrite à un niveau abstrait comme manipulation de symboles, indépendamment du support matériel de cette manipulation. Une approche qui établit un lien entre

la pensée et le langage, comme système de symboles". Il souhaite donc développer la traduction automatique sur ordinateur. En pleine période de guerre froide, la traduction automatique du russe vers l'anglais, ou l'inverse, est un gros enjeu.

En octobre 1950, le mathématicien britannique Alan Turing signe l'un de ses articles les plus célèbres, sous le titre "Machines de calcul et intelligence". Ce texte fondateur et visionnaire débute par ces mots :

Je propose de réfléchir à la question : les machines peuvent-elles penser ?

Celui qui avait réussi, grâce à une machine justement, à décrypter les codes secrets des nazis y présente cette fois un jeu dit de l'imitation. A l'époque des tout premiers ordinateurs que la presse baptise "cerveaux électroniques", un test est né. Il entrera dans l'histoire, portant son nom.

En 1951, le mathématicien américain Marvin Minsky crée lui une machine, le SNARC (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator), le premier simulateur de réseau neuronal, qui simule le comportement d'un rat apprenant à se déplacer dans un labyrinthe.

L'expression Intelligence artificielle en tant que telle apparaît en 1956. "Plusieurs chercheurs américains, dont John McCarthy et Marvin Minsky, très en pointe dans des recherches qui utilisent des ordinateurs pour autre chose que des calculs scientifiques, se sont réunis à l'université de Dartmouth, dans le New-Hampshire, aux Etats-Unis, détaille Pierre Mounier-Kuhn, chercheur au CNRS et à l'université Paris-Sorbonne. Leur projet est alors de développer l'intelligence artificielle. Le terme filait bien la métaphore des "cerveaux électroniques" et reprenait le projet cybernétique de marier l'étude du cerveau avec celle des machines." _

De cet atelier de travail sur les machines pensantes, une expression émerge, celle de l'un de ces chercheurs, John McCarthy, qui parle pour la première fois d'intelligence artificielle.

Ce terme s'est imposé tout de suite, raconte Pierre Mounier-Kuhn. Il était suffisamment frappant, paradoxal et ambigu pour plaire à beaucoup de gens. Il décrivait bien les projets de ces experts, cela parlait au public, et cela permettait de formuler tout un tas de promesses et ainsi d'attirer des crédits.

Trois ans après le séminaire de Dartmouth, les deux pères de l'intelligence artificielle, McCarthy et Minsky, fondent le laboratoire d'intelligence artificielle du Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Le mouvement gagne peu à peu la Grande-Bretagne et la France, et les autres pays où l'on commence à utiliser les ordinateurs. "En France, détaille le chercheur, en 1959, un laboratoire, "le centre d'étude de la traduction automatique" est créé et cofinancé par le CNRS, l'armée et l'université de Grenoble".

Mais l'histoire de l'intelligence artificielle n'est pas linéaire. Son développement dépend en majorité des crédits qui lui sont alloués, des effets de mode et des fluctuations financières. "Avec des phases de grand enthousiasme, où affluent les chercheurs et les crédits appâtés par les promesses, explique Pierre Mounier-Kuhn, et puis au bout de quelques années, on déchant, ils alternent avec des phases de désillusion d'autant plus aiguë que les illusions étaient exagérées. Et les organismes qui financent la recherche coupent le robinet pour l'intelligence artificielle." Cela ne concerne pas uniquement des financements publics mais aussi de grosses entreprises. L'historien et d'autres spécialistes qualifient cela d'"hiver de l'intelligence artificielle".

Au milieu des années 1960, l'IA connaît son premier hiver. Les promesses de traductions automatiques en masse ne se concrétisent pas. "Des linguistes ont produit des rapports sanglants, ajoute le chercheur, en expliquant que traduire des langues n'est pas qu'un problème d'algorithmes bien conçus, mais qu'il fallait comprendre ce qu'est une langue, donc faire des recherches en amont sur la linguistique théorique. Cela a donc porté un coup arrê à la traduction automatique, les crédits se sont taris. Mais indirectement cela a rapproché la linguistique et la science alors en plein bouillonnement qui cherchait des modèles dans l'algèbre, avec les informaticiens qui voulaient théoriser les langages de programmation. Ce rapprochement a donné naissance à l'informatique théorique."

Autre promesse non tenue : en 1958, deux chercheurs avaient promis un ordinateur capable de battre le champion du monde d'échecs, en moins de dix ans. Cet ordinateur d'IBM a été capable de le faire, mais ça n'est arrivé qu'au milieu des années 1990 : en 1997, avec Gary Kasparov contre le programme Deep blue.

En 1969, McCarthy et Minsky écrivent un livre commun : Perceptrons, "où ils montrent les limites de l'apprentissage machine (machine learning), ce qui va mettre un coup d'arrêt temporaire aux recherches dans ce domaine", explique Jean-Gabriel Ganascia, chercheur en intelligence artificielle au Laboratoire Informatique de Paris 6 Lip6, président du comité d'éthique du CNRS.

Un nouvel hiver a lieu au milieu des années 1970. "Cela coïncide en plus avec la fin de la guerre au Vietnam, précise Pierre Mounier-Kuhn, où les crédits, qui ont un aspect militaire s'arrêtent". Dans les années 1980, les Américains réinvestissent dans l'IA, en pleine guerre Russie – Afghanistan. C'est aussi à cette époque qu'est développée l'idée de remplacer l'homme par la machine dans certains métiers.

Après l'éclatement de la bulle Internet, au début des années 2000, l'IA est portée par une nouvelle vague, qui dure jusqu'à aujourd'hui. Dans une récente note pour la Fondapol, Serge Soudoplatoff met notamment en avant "les grandes ruptures de 2011". Trois ruptures "quasi concomitantes (qui) ont permis à l'intelligence artificielle de franchir une grande étape" :

- L'introduction d'une catégorie d'algorithmes bien plus sophistiqués : les réseaux de neurones convolutifs
- L'arrivée sur le marché de processeurs graphiques à bas coût capables d'effectuer d'énormes quantités de calculs
- La disponibilité de très grandes bases de données correctement annotées permettant un apprentissage plus fin

Les "GAFAM", Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft, s'imposent au fil des années. Google notamment, car un moteur de recherches est de l'intelligence artificielle par définition, "puisque ses algorithmes doivent comprendre ce que l'utilisateur cherche, aime et pourrait acheter", indique le chercheur du CNRS.

Après l'éclatement de la bulle, le Web 2.0 naît. "Les personnes à l'origine de ce Web 2.0 ne sont pas des techniciens mais des éditeurs, explique Jean-Gabriel Ganascia. Ils ont réuni des industriels et se sont rendus compte que pour que les entreprises puissent survivre, il fallait être capable de recueillir en permanence toutes les informations, les rumeurs, les bruits, pour y faire face mais aussi améliorer les produits. En connaissant les désirs, on peut savoir exactement quoi proposer. Pour exploiter ces grandes quantités d'informations, il fallait des outils informatiques et on s'est tourné vers les outils d'apprentissage d'intelligence artificielle."

Avec ce tournant, la recherche sur l'intelligence artificielle se concentre sur trois domaines : la perception automatique de l'environnement, la résolution de problèmes combinatoires et l'apprentissage. Ce dernier constitue la colonne vertébrale de la recherche. L'une des sous-catégories de l'IA s'appelle le Machine learning, un procédé qui permet aux ordinateurs de s'améliorer grâce à l'apprentissage. Dans cette sous-catégorie, se trouve le deep learning, l'apprentissage profond, qui est une "technologie d'apprentissage", basée sur des réseaux de neurones artificiels. Cette technique permet à un programme de reconnaître, entre autre, le contenu d'une image ou de comprendre le langage parlé. Facebook, par exemple, utilise cette technique pour reconnaître et taguer les visages reconnus sur des photos publiées sur le réseau social. "Le deep learning, développe Pierre Mounier-Kuhn, c'est ce qui fait qu'une machine constate ses erreurs, apprend de ses erreurs et en tire des leçons pour améliorer ses performances. Cela demande un très haut niveau de précision."

La dernière démonstration d'un deep learning abouti date de début 2016, quand le programme de Google, Deep Mind a permis à un ordinateur de battre pour la première fois un joueur professionnel de go (jeu inventé en Chine il y a plus de 3000 ans). Les chercheurs planchaient sur l'algorithme depuis des décennies. L'exploit a été réalisé quasiment 20 ans jour pour jour après la défaite de Kasparov face à Deep blue.

En mars 2017, le Sud-Coréen Lee Sedol, alors considéré comme le meilleur joueur au monde, a été vaincu par le programme de Google AlphaGo

Arend Hintze, professeur en biologie intégrative et ingénierie informatique à l'université du Michigan, distingue quatre types d'intelligence artificielle.

- La réactivité, qui est le premier stade de l'intelligence artificielle et le plus développé aujourd'hui. La machine est capable de percevoir le monde autour d'elle et d'agir en fonction de ces perceptions.
- La mémoire limitée, qui permet aux machines de s'appuyer sur des représentations du monde pour prendre des décisions. C'est le cas par exemple des voitures autonomes.
- Le troisième type, selon le professeur, regroupe la théorie de l'esprit. Dans le futur, les robots pourraient appréhender et classer le monde mais aussi comprendre et hiérarchiser les émotions pour influencer sur le comportement humain.
- Enfin, l'auto-conscience, le dernier pallier de l'intelligence artificielle.

Aujourd'hui, l'investissement dans l'intelligence artificielle est énorme. Emmanuel Macron vient de présenter un plan ambitieux pour lequel l'Etat consacrera 1,5 milliard d'euros d'ici la fin du quinquennat, avec la volonté d'attirer et de retenir les meilleurs chercheurs. La Chine a annoncé cette année un plan d'investissement public de 22 milliards de dollars d'ici 2020. La marge de manœuvre concernant le progrès dans l'IA est grande. Pour Pierre Mounier-Kuhn, "l'intelligence artificielle est un horizon qui recule sans arrêt au fur et à mesure que l'on progresse." La reconnaissance de visage, de la voix est désormais considérée comme acquis, et est intégrée dans tous les téléphones intelligents.

Reste-t-il des promesses et des horizons à atteindre ? Il y a d'un côté les personnes qui développent des applications ayant un débouché commercial. D'autres sont des "poissons pilotes de l'IA, en se fixant des buts impossibles à atteindre, détaille le chercheur, comme la conscience". L'ordinateur ou le robot peut-il penser ? Peut-il être conscient qu'il pense ?

Question 1 :

Résumer l'article « **L'intelligence artificielle** » en quinze à vingt lignes.

Question 2 :

Dans le dernier paragraphe de cet article, l'auteur se demande si : « L'ordinateur ou le robot peut penser ? Peut-il être conscient qu'il pense ? »

Que pensez-vous de cette question ? Donner votre avis. (*Environ 15 à 20 lignes*)

Question 3 :

Pensez-vous, que suite au point de vue de la France et de la Chine, le Liban peut être intéressé par le développement de l'intelligence artificielle pour son avenir ? que pensez-vous si l'ESIB met en place une formation dans ce domaine ? (*Environ 15 à 20 lignes*)

CONCOURS D'ADMISSION ESIB/INCI - Juillet 2018
ÉPREUVE ÉCRITE DE MATHÉMATIQUES I
Durée : 1.5 heures

N°

/20

ATTENTION

Les candidats doivent vérifier que le sujet comporte 11 pages

Répondre directement sur la feuille d'examen. L'espace vide est réservé aux explications et calculs rédigés par les candidats.

NB:

1. Les exercices sont **obligatoires** et **indépendants**.
2. Les calculatrices programmables sont **interdites**.
3. La notation $\ln$ désigne le **logarithme népérien**.
4. Toute copie mal rédigée ou mal présentée sera **pénalisée**.

CONCOURS D'ADMISSION ESIB/INCI - Juillet 2018
ÉPREUVE ÉCRITE DE MATHÉMATIQUES I
Durée : 1.5 heures

NOM:

Prénom:

Prénom du père:

N°

Exercice 1 (3 pts)

Donnez les domaines de définition D des fonctions réelles f définies par les expressions suivantes. Justifiez vos réponses.

1. $f(x) = \frac{x}{\sqrt{1 + \cos x}}$

$D =$

2. $f(x) = \ln(x^2 - 1)$

$D =$

3. $f(x) = \ln |x^2 - 5x + 6|$

$D =$

4. $f(x) = e^{\sqrt{x^2+3x+2}}$

$$D =$$

5. $f(x) = \ln\left(\frac{x^2 + x + 1}{4x + 1}\right)$

$$D =$$

6. $f(x) = \tan(x)$

$$D =$$

Exercice 2 (3 pts)

Résoudre les équations suivantes:

1. $\ln(\ln(e^x) + e^{\ln x}) = 1 + 2 \ln x$

$x =$

2. $2(\ln x)^2 - 9 \ln x - 18 = 0$

$x =$

3. $|2 + x| + 2 + 2x = x^2$

$x =$

Exercice 3(4 pts)

On considère la fonction f définie sur $]0, +\infty[$ par

$$f(x) = \ln x + 1 - \frac{1}{x}.$$

1. Déterminer les limites de f aux bornes de son ensemble de définition.

$$\lim_{x \rightarrow 0} f(x) =$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) =$$

2. Calculer la dérivée f' de f

$$f'(x) =$$

3. Dresser le tableau de variations de f sur $]0, +\infty[$.

4. Montrer qu'il existe un unique réel $a > 0$ tel que $f(a) = 0$, et trouver a .

$$a =$$

5. Tracer le graphe de f .

6. Trouver une primitive F de f . (Indication: on peut commencer par calculer la dérivée de la fonction $x \mapsto x \ln x$)

$$F(x) =$$

Exercice 4(3 pts)

On considère la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ définie par

$$u_0 = 1 \quad \text{et} \quad \forall n \in \mathbb{N}^*, \quad u_n = \frac{u_{n-1} + 3}{2}.$$

Soit $(v_n)_{n \in \mathbb{N}}$ la suite définie par: $\forall n \in \mathbb{N}, v_n = u_n - 3$.

1. Calculer v_{n+1} en fonction de v_n .

$$v_{n+1} =$$

2. Montrer que la suite $(v_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est convergente, et calculer sa limite.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} v_n =$$

3. Montrer que la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est convergente et calculer sa limite.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} u_n =$$

Exercice 5(4 pts)

Le plan est rapporté à un repère orthonormal. Représenter graphiquement chacune des fonctions $f : \mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R}$ suivantes.

1. $f : x \mapsto \frac{2x + 3}{x - 1}$

2. $f : x \mapsto \tan(x)$

3. $f : x \mapsto e^{-x^2}$

4. $f : x \mapsto (x^2 - 1)(x + 1)$

Exercice 6(2 pts)

Le plan est rapporté à un repère orthonormal. Soit (P) la parabole d'équation $y = \alpha x^2$ ($\alpha > 0$), et (d) la droite d'équation $y = h$ ($h > 0$). La droite (d) et la parabole (P) se coupent en deux points distincts A et B . Soit a la distance entre A et B , et S la surface délimitée par (P) et (d) .

1. Représenter la surface S à l'aide d'un schéma.

2. Calculer l'aire σ de S en fonction de h et a .

$\sigma =$

Réservé à la correction.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Exercice 7_(1 pt)

Combien de fois par jour (24 heures) les aiguilles d'une montre se superposent? (il s'agit ici des aiguilles des heures et des minutes).

fois

Concours d'entrée en
Mathématiques Supérieures - ESIB et première année de Licence -INCI
Epreuve de mathématiques- II

Durée 1h30 – Documents et calculatrices interdits – Énoncé : 2 pages

INDICATIONS.

1-La composition contient 4 exercices numérotés de 1 à 4.

Dans chaque exercice, il y a 4 propositions A, B, C, et D chacune est vraie ou fausse.

2- Sur la feuille des questions, dans les rectangles, mettre un V, avant la proposition vraie, un F avant la proposition fausse. Rendre la feuille des questions avec la feuille blanche de l'examen.

3- Justifier vos réponses, sur la feuille blanche de l'examen, par une démonstration. Une réponse non justifiée sera pénalisée.

4- Les réponses seront notées d'après le barème suivant :

(+1,25) par bonne réponse, (- 0,25) par mauvaise réponse. L'absence de réponse est notée (0).

Exercice I.

- ☐ A) Si un argument d'un nombre complexe z est $-\frac{\pi}{4}$ alors un argument de $2\bar{z}$ est : $\frac{\pi}{4}$.
- ☐ B) La forme exponentielle du complexe $(1+i)(1+i\sqrt{3})$ est : $2\sqrt{2}e^{i\frac{5\pi}{12}}$.
- ☐ C) L'ensemble des points $M(z)$ tels $|z+2i| = |-3i|$ est la médiatrice de $[AB]$ avec $A(-2i)$ et $B(3i)$.
- ☐ D) Si $M'(z')$ est l'image de $M(z)$ par la rotation de centre $\Omega(i)$ et d'angle $-\frac{\pi}{2}$ alors $z' = -i(z-i) + i$.

Exercice II.

Le plan P est rapporté à un repère orthonormé direct $(O, \vec{i}, \vec{j})$. Soit f la transformation de P qui, à tout point $M(x, y)$ associe le point $M'(x', y')$ tel que :

$$x' = x \text{ et } y' = 3y - 2$$

- ☐ A) $M(x, y)$ est invariant par f si et seulement: $y = 1$.
- ☐ B) Pour tout point M , le vecteur $\overrightarrow{MM'}$ est colinéaire à $\vec{i}$.
- ☐ C) M étant un point quelconque, on note M_0 le projeté orthogonale de M sur la droite d'équation $y = 1$. On a alors : $\overrightarrow{M_0M'} = 3 \overrightarrow{M_0M}$.
- ☐ D) L'image par f du cercle de centre O et de rayon 1 est un cercle.

Exercice III.

Dans un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ de l'espace on considère les points $A(1, 1, 0)$, $B(1, 2, 1)$ et $C(3, -1, 2)$.

- ☐ A) Les points A , B et C sont alignés.
- ☐ B) Le plan (ABC) a pour équation cartésienne $2x + y - z - 3 = 0$.
- ☐ C) Les plans (P) et (Q) d'équations respectives $x + 2y - z - 4 = 0$ et $2x + 3y - 2z - 5 = 0$ ont pour intersection la droite de représentation paramétrique : $x = -2 + t$, $y = 3$; $z = t$ ($t \in \mathbb{R}$).
- ☐ D) L'intersection des plans (ABC) , (P) et (Q) est le point $(2, 3, 4)$.

Exercice IV.

Une urne contient 3 boules blanches et 2 boules rouges. On extrait successivement et avec remise 3 boules de l'urne. On désigne par P la probabilité associée et par X la variable aléatoire égale au nombre de boules blanches tirées.

- ☐ A) $P(X = 2) = \frac{18}{125}$.
 - ☐ B) L'espérance mathématique de X est $E(X) = 1,2$.
 - ☐ C) La loi de X est uniforme.
 - ☐ D) $P(X \geq 1) = \frac{98}{125}$.
-

Mardi 03 Juillet 2018

**Concours d'entrée USJ
Classe de Mathématiques Supérieures (ESIB)
Première Année de Licence en Télécommunication (INCI)**

**Épreuve de Physique
Durée 2h00 – Documents interdits**

***Le candidat traitera obligatoirement l'exercice 1,
puis choisira de traiter soit l'exercice 2 soit l'exercice 3.
Au final, le candidat traitera donc deux exercices uniquement.***

Les trois exercices sont indépendants les uns des autres.

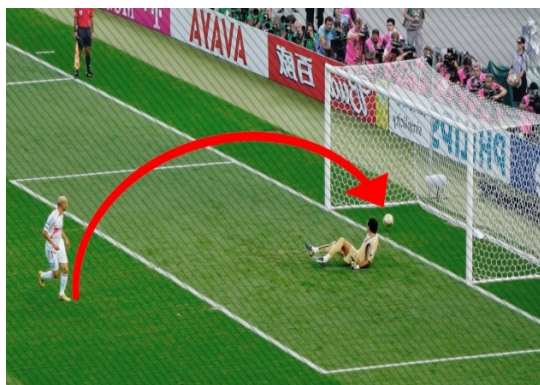
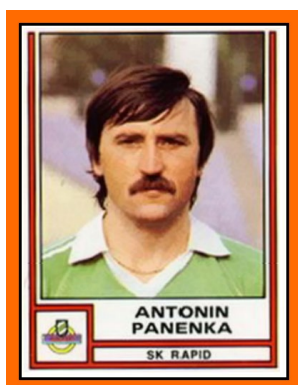
L'usage d'une calculatrice *non programmable* est autorisé. Le sujet comprend 6 pages au total.

Exercice 1 (À traiter obligatoirement par tous les candidats)

Antonin Panenka est l'un des rares joueurs de football à avoir donné son nom à un geste technique. Le 20 juin 1976, la finale de l'Euro (se tenant à Belgrade dans l'ex-Yougoslavie) opposait la Tchécoslovaquie et l'Allemagne de l'Ouest. À l'issue des 120 minutes réglementaires de jeu puis des prolongations, les deux équipes étaient toujours à égalité (2-2). Pour les départager commença alors la fatidique épreuve des tirs au but. Les trois premiers tireurs tchécoslovaques et allemands n'avaient commis aucune erreur et avaient tous marqué, lorsqu'Uli Hoeness (quatrième tireur de l'équipe allemande) se précipita un peu trop et expédia le ballon dans les tribunes du stade de Belgrade.

Antonin Panenka (quatrième tireur tchécoslovaque), ailier droit portant le maillot n°7, offrit alors à son pays un instant de magie. Sachant que le gardien de but allemand Sepp Maier avait pour habitude de plonger de côté lors des tirs en force, Panenka choisit de piquer son ballon en plein centre du but. Il marqua, donna la victoire à l'équipe de Tchécoslovaquie et entra dans l'histoire.

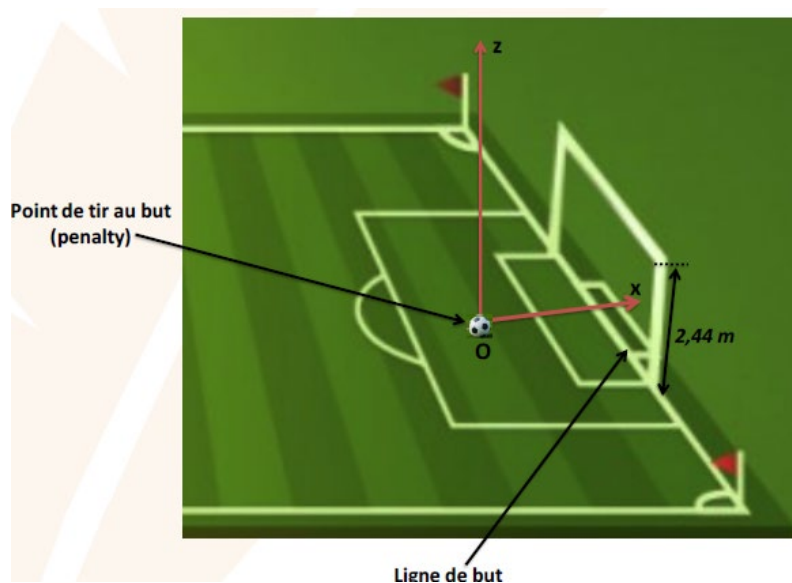
Désormais chaque penalty tiré de cette façon est surnommé du patronyme de son inventeur audacieux. De nombreux joueurs ont essayé de rééditer cette prouesse technique, certains avec plus de succès que d'autres. Une fameuse Panenka a notamment été réussie par Zinédine Zidane en finale de la Coupe du monde 2006 face à l'Italie.



Zinedine Zidane tirant sa Panenka en finale de la coupe du monde 2006 face à l'Italie

La « Panenka » est donc une technique particulière de tir au but ou « penalty ». Au lieu d'envoyer le ballon en force sur la gauche ou la droite, le joueur frappe avec douceur en visant le centre du but (généralement juste sous la barre transversale) afin de piéger le gardien adverse. La « Panenka » est un geste risqué, car en visant la position du gardien d'une frappe molle, le tireur escompte que celui-ci plonge par anticipation d'un côté ou de l'autre. Si ce n'est pas le cas, le gardien peut arrêter le ballon sans difficulté et le tir est raté. Il s'agit en quelque sorte d'une anticipation de l'anticipation !

Quelques brefs rappels sur la cage de football : elle est constituée de deux montants verticaux (encore appelés poteaux) reliés en leur sommet par une barre transversale. Le bord inférieur de la barre transversale se situe à une hauteur de 2,44 m par rapport au sol. Pour qu'un tir soit réussi, le ballon doit franchir la ligne de but, en passant entre les deux montants verticaux du but et sous la barre transversale (voir figure ci-dessous).



I- Étude du mouvement du ballon lors d'un tir au but « Panenka »

Lors de la finale de la Coupe du monde 2006 entre la France et l'Italie, un penalty est sifflé en faveur des Français. Zinédine Zidane (surnommé ZiZou), en charge de l'exécuter, décide de réaliser une « Panenka ». Il dépose le ballon au point « O », pris comme origine du repère, et il frappe en direction du milieu de la ligne de but avec une vitesse $\vec{V}_0$ de $11,5 \text{ m.s}^{-1}$ faisant un angle $\alpha = 55^\circ$ avec l'axe Ox dans le plan (Ox, Oz) .

Données :

- Le point de tir « O » se situe à 11 m du milieu de la ligne de but, à égale distance des montants verticaux de but.
- Intensité de la pesanteur $g = 9,81 \text{ N.Kg}^{-1}$.
- La masse du ballon est $m = 620 \text{ g}$.
- Lors du déplacement du ballon, les forces de frottement de l'air sur le ballon ainsi que la poussée d'Archimède sont négligées.

Questions :

- 1- Représenter dans un repère orthonormé (Ox, Oz) , sans souci d'échelle, la situation du tir au but de Zinédine Zidane, en faisant apparaître la vitesse $\vec{V}_0$, l'angle α , la hauteur h des montants verticaux et la distance d entre le point de penalty et la ligne de but.
- 2- Soit $A(x_A; z_A)$ le point où le ballon se situe une fois qu'il a franchi la ligne de but. Quelles conditions doivent satisfaire x_A et z_A pour que le tir au but soit réussi ? Justifier votre réponse.

On suppose que le ballon est réduit à une masse ponctuelle située en son centre d'inertie G.

Enoncé de la deuxième loi de Newton : Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à une masse ponctuelle m en mouvement est égale à la dérivée de sa quantité de mouvement par rapport au temps.

$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\vec{a}$$

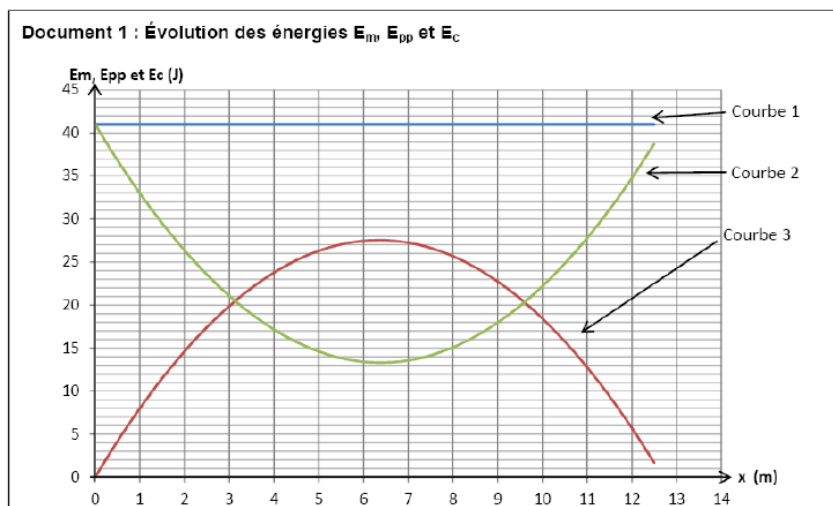
avec $\vec{a}$ l'accélération de la masse ponctuelle en $m \cdot s^{-2}$.

- 3- En appliquant la deuxième loi de Newton sur le centre d'inertie G du ballon, donner l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ du ballon.
- 4- Établir les équations horaires du ballon $x(t)$ et $z(t)$.
- 5- En déduire l'équation de la trajectoire du ballon dans le repère (Ox, Oz) .
- 6- D'après les données de l'exercice, le tir « Panenka » réalisé par ZiZou est-il réussi ? Une justification par le calcul est demandée.
- 7- Déterminer la valeur de la vitesse V du ballon au niveau de la ligne de but.

II- Étude énergétique du ballon lors de son mouvement

On admet que le ballon passe la ligne de but à une hauteur H , que vous avez dû déterminer lors de la justification de la question 6.

- 8- Rappeler les expressions respectives de l'énergie cinétique E_c , de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} et de l'énergie mécanique E_M , en précisant l'unité de chaque paramètre.
- 9- En expliquant votre raisonnement, associer à chaque courbe du document 1 ci-après la forme d'énergie correspondante. Pour l'énergie potentielle, on choisira l'axe Oz avec une énergie potentielle de pesanteur nulle à l'origine.



10- À l'aide du document 1, retrouver les valeurs de la hauteur H et de la vitesse V lorsque le ballon se trouve au niveau de la ligne de but.

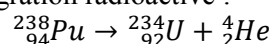
11- Conclure quant à l'énergie mécanique du ballon lors de son mouvement. Utiliser cette caractéristique du mouvement pour retrouver la valeur V de la vitesse du ballon lorsqu'il est au niveau de la ligne de but et comparer le résultat obtenu avec celui de la question 10.

Exercice 2 (Le candidat traitera uniquement l'un des exercices 2 ou 3, au choix)

Cet exercice est entièrement composé de questions à réponse unique. Autrement dit, chaque question comporte 4 choix de réponses possibles, **une seule réponse étant correcte parmi les 4**. Vous devez répondre sur votre copie (et non pas sur l'énoncé du sujet) en précisant obligatoirement l'exercice traité, le numéro de la question et votre réponse. Exemple : **EXERCICE 2 : Question 1 → Réponse C**.

Afin d'éliminer les stratégies de réponses au hasard, **chaque bonne réponse sera gratifiée d'un point, tandis que chaque mauvaise réponse sera pénalisée par le retrait d'un quart de point**.

1- On considère l'équation de désintégration radioactive :



Il s'agit de :

- A) Radioactivité α
- B) Radioactivité β^+
- C) Radioactivité β^-
- D) Emission γ

2- La demi-vie du carbone 14 est d'environ 5 500 ans.

Un morceau de bois mort est resté enterré pendant 22 000 ans.

Pendant ces 22 000 années, le nombre d'atomes de carbone 14 a été :

- A) Divisé par 4
- B) Divisé par $\log(4)$
- C) Divisé par 16
- D) Divisé par $\ln(16)$

On considère maintenant une population formée de noyaux radioactifs tous identiques. On note N_0 la population à l'instant $t = 0$ et $N(t)$ la population à l'instant t .

On note λ la constante de radioactivité caractéristique du noyau et $t_{1/2}$ la demi-vie du type de noyau.

3- L'expression de $N(t)$ est :

- A) $N(t) = e^{-\lambda t}$
- B) $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$
- C) $\frac{dN}{dt} = \lambda N(t)$
- D) Aucune des 3 réponses précédentes

4- L'expression de $t_{1/2}$ est:

- A) $t_{1/2} = \frac{2}{\lambda}$
- B) $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$
- C) $t_{1/2} = \frac{\lambda}{\ln(2)}$
- D) Aucune des 3 réponses précédentes

5- Au bout d'un temps t inconnu, on observe une population N . L'expression de t est :

- A) $t = \lambda \ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$
- B) $t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$
- C) $t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$
- D) Aucune des 3 réponses précédentes

6- Au bout d'un temps t inconnu, on observe que la population a diminué de 25% par rapport à N_0 . L'expression de t est :

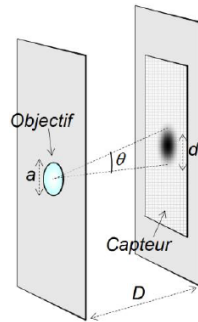
- A) $t = -\lambda \ln(0,75)$
- B) $t = -\frac{1}{\lambda} \ln(0,25)$
- C) $t = -\frac{1}{\lambda} \ln(0,75)$
- D) $t = -\lambda \ln(0,25)$

Exercice 3 (Le candidat traitera uniquement l'un des exercices 2 ou 3, au choix)

Cet exercice est entièrement composé de questions à réponse unique. Autrement dit chaque question comporte 4 choix de réponses possibles, **une seule réponse étant correcte parmi les 4**. Vous devez répondre sur votre copie (et non pas sur l'énoncé du sujet) en précisant obligatoirement l'exercice traité, le numéro de la question et votre réponse. Exemple : **EXERCICE 3 : Question 1 → Réponse C**.

Afin d'éliminer les stratégies de réponses au hasard, **chaque bonne réponse sera gratifiée d'un point, tandis que chaque mauvaise réponse sera pénalisée par le retrait d'un quart de point**.

Un smartphone (équipé d'un appareil photo) possède un objectif composé d'une lentille de diamètre $a = 1 \text{ mm}$. À l'intérieur du boîtier de l'appareil, un capteur de 8 mégapixels et de surface 16 mm^2 est situé à une distance $D = 2,8 \text{ mm}$ de l'objectif. La diffraction, due à la taille de la lentille, limite la résolution de l'appareil photo.



- 1- Avec λ la longueur d'onde de la lumière incidente, l'ouverture angulaire θ de la tache centrale de diffraction est:
A) $\theta = \frac{\lambda}{D}$
B) $\theta = \frac{\lambda}{a}$
C) $\theta = \frac{D}{\lambda}$
D) $\theta = \frac{a}{\lambda}$
- 2- Pour cet appareil photo, la diffraction est un peu moins prononcée dans le cas d'une lumière :
A) Violette
B) Verte
C) Jaune
D) Rouge
- 3- La longueur d'onde moyenne du spectre visible est de l'ordre de :
A) $\lambda = 5 \times 10^{-6} \text{ m}$
B) $\lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$
C) $\lambda = 5 \times 10^{-8} \text{ m}$
D) $\lambda = 5 \times 10^{-9} \text{ m}$
- 4- L'angle θ étant petit, on fait l'approximation que $\tan\theta \approx \theta$. Le diamètre d de la tache centrale de diffraction correspondante, au niveau du capteur, est :
A) $d = \frac{\lambda a}{D}$
B) $d = \frac{D a}{\lambda}$
C) $d = \frac{\lambda D}{a}$
D) $d = \frac{a}{D \lambda}$
- 5- Application numérique. Le diamètre moyen d de la tache centrale de diffraction correspondante, au niveau du capteur est :
A) $d = 1,8 \text{ nm}$
B) $d = 1,4 \text{ }\mu\text{m}$
C) $d = 1,8 \text{ }\mu\text{m}$
D) $d = 5,6 \text{ }\mu\text{m}$
- 6- La surface S d'un pixel est :
A) $S = 2 \times 10^{-12} \text{ m}^2$
B) $S = 2 \times 10^{-9} \text{ m}^2$
C) $S = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
D) $S = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

Fin de l'épreuve