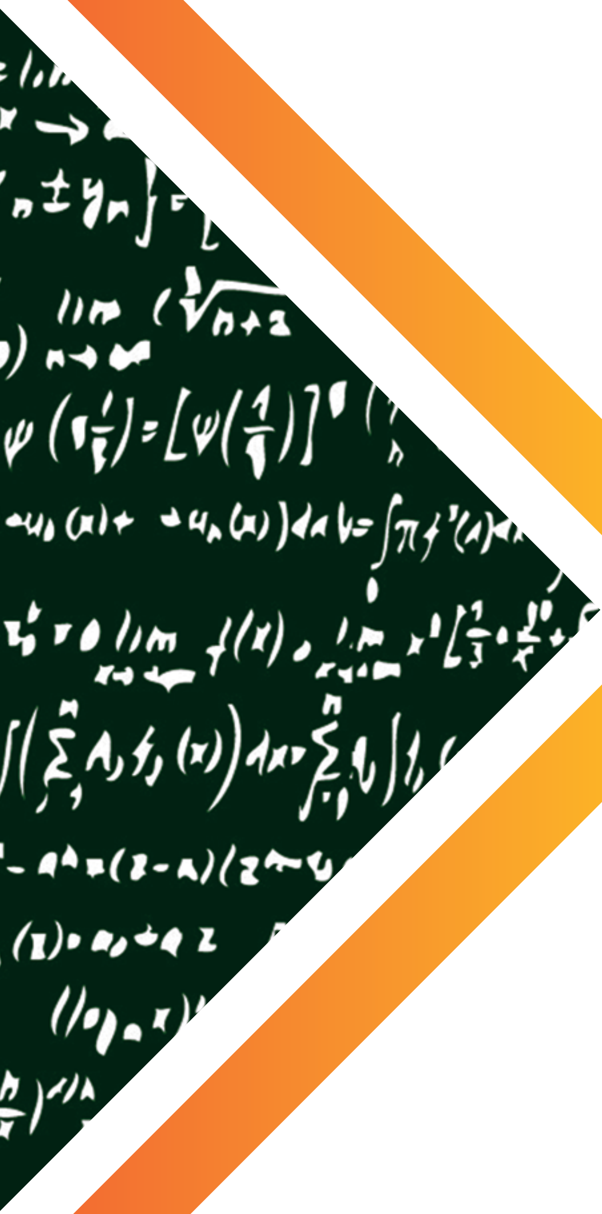
PUISSANCE ALPHA

Le grand concours Ingénieur



EXERCICES ÉPREUVE MATHS 1

INSTRUCTIONS AUX CANDIDATS

Durée de l'épreuve : 2 h

Chaque épreuve contient 16 exercices indépendants. Le candidat doit répondre à 12 exercices sur les 16 qui lui sont présentés, ce qui lui permet d'éliminer les exercices qui porteraient sur une partie du programme non traitée à la date des épreuves écrites. S'il répond à plus de 12 exercices, seuls les 12 premiers seront corrigés.

Chaque exercice comporte 4 affirmations signalées par les lettres a, b, c, d. Pour chacune des affirmations.

le candidat indique si l'affirmation est vraie (V) ou fausse (F), ou il s'abstient ;

Un exercice est considéré comme traité dès qu'une réponse V ou F à l'une des 4 affirmations est donnée ;

Toute bonne réponse rapporte un point, toute réponse inexacte entraîne le retrait d'un point ;

L'abstention et l'annulation ne sont pas considérées comme des réponses, elles ne rapportent ni ne retirent aucun point ;

Une bonification d'un point est ajoutée chaque fois qu'un exercice est traité correctement (c'est à dire si le candidat a fourni 4 réponses exactes à l'exercice).

Exercice n°1

Bases en Analyse.

Les quatre questions suivantes sont indépendantes.

a) La dérivée de $x \longmapsto x \times e^x$ est $x \longmapsto e^x$.

b) $\lim\limits_{x \mapsto +\infty} \dfrac{\ln(x) - 1}{x} = +\infty$

c) Soit f est une fonction définie sur $\mathbb{R}$. Si $f' = f$, alors f est la fonction nulle.

Soit A et B deux évènements d'une même expérience aléatoire tels que
P(A) = 0,2, P(B) = 0,5 et P(A∪B) = 0,7.

d) A et B sont incompatibles.

Exercice n°2

Bases en Géométrie.

Pour le a) et b), on se place dans le plan complexe $(O; \vec{u}, \vec{v})$.
Les questions a) et b) sont indépendantes.

a) Si $z = -6\left(\cos\dfrac{2\pi}{3} + i\sin\dfrac{2\pi}{3}\right)$ alors $\arg(z) = \dfrac{2\pi}{3} + [2\pi]$.

b) Si M est un point d'affixe z de partie imaginaire non nulle et M' un point d'affixe $z' = -\bar{z}$, alors M et M' sont symétriques par rapport à O.

Pour le c) et d), on se place dans le repère orthonormé $(O; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ de l'espace.

On pose (P_1) et (P_2) les plans d'équations respectives $4x + 6y - 10z + 3 = 0$ et $-6x - 9y + 15z - 8 = 0$.

Soit (d) la droite de représentation paramétrique $\begin{cases} x = 2t+1 \\ y = -t-3 \\ z = 5t-1 \end{cases}$ où t désigne un nombre réel.

c) (P_1) et (P_2) sont sécants.

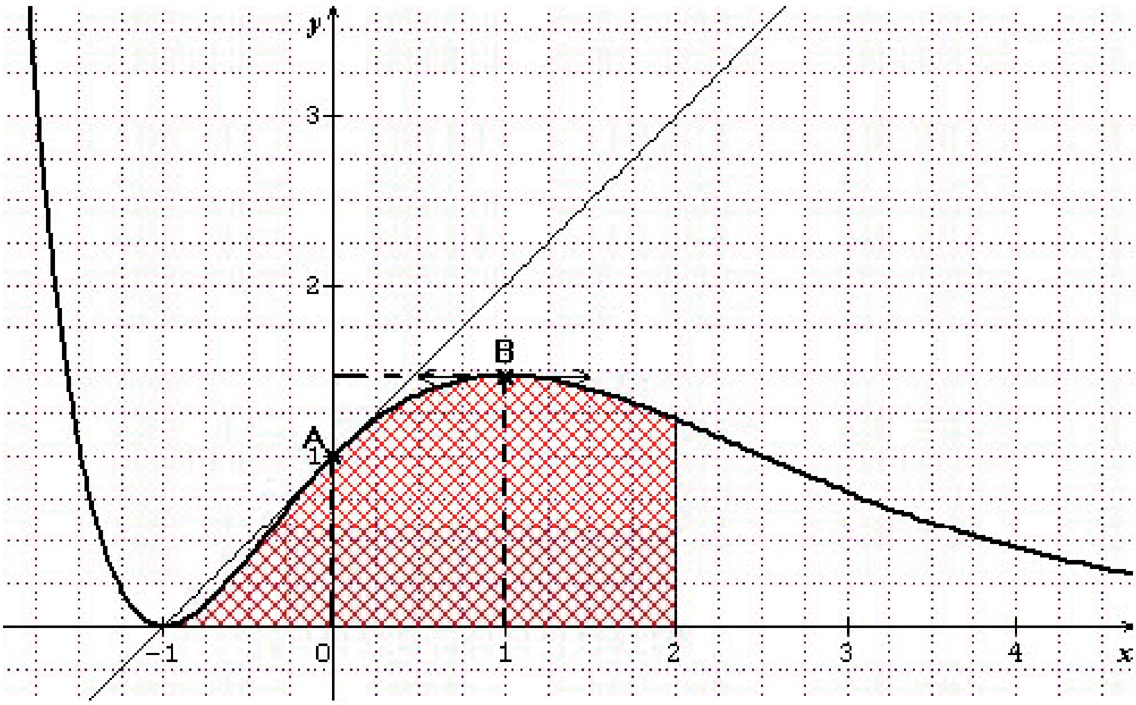
d) Le point A(2 ;3 ;-5) appartient à la droite (d).

PUISSANCE ALPHA
Le grand concours Ingénieur

Exercice n°3

Lecture graphique.

On considère la représentation graphique (C) d'une fonction f définie sur $\mathbb{R}$ ainsi que la tangente à cette courbe au point A de coordonnées (0 ;1).



a) $f'(0) = 1$.

b) $f'(1) = 1{,}5$.

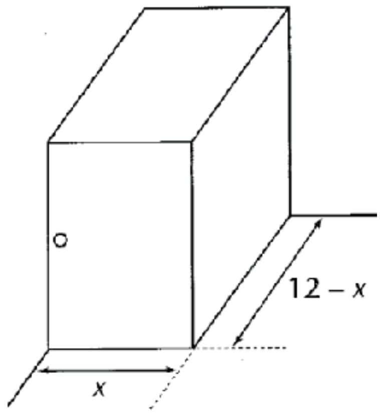
c) L'équation $f(x) = x$ possède une unique solution sur [−1,5 ;4].

d) $2 \leq \int_{-1}^{2} f(x)\,\mathrm{d}x \leq 4$.

Exercice n°4

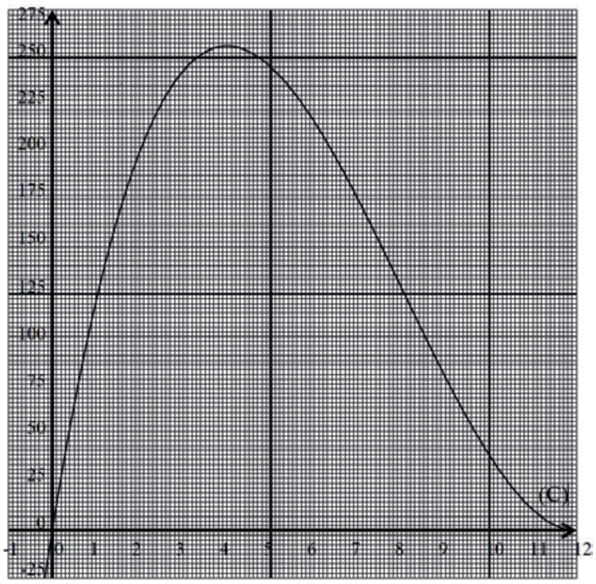
Volume d'un parallélépipède rectangle.

On veut réaliser, dans l'angle d'un plan de travail, un placard ayant la forme d'un parallélépipède rectangle. Pour des raisons pratiques, si sa largeur est x, sa profondeur est $12 - x$ et la hauteur est égale à la profondeur.
On suppose $x \in [0;12]$ (les dimensions sont exprimées en dm).



a) Le volume $V(x)$ en dm^3 de ce placard est égal à $V(x) = (-12x + x^2) \times (x - 12)$.

On pose f la fonction définie sur [0 ;12] par $f(x) = x^3 - 24x^2 + 144x$ de courbe représentative (C) ci-dessous.



b) Pour tout x appartenant à l'intervalle [0 ;12], $f'(x) \geq 0$.

c) $V(x) = 2 \times f(x)$.

d) Dans le cas particulier où le parallélépipède rectangle serait un cube, son volume serait compris entre 200 et 225 dm^3.

Exercice n°5

Utilisation d'une suite dans un algorithme.

On considère la suite (u_n) définie sur $\mathbb{N}$ par $u_0 = 1$ et, pour tout $n \in \mathbb{N}$, $u_{n+1} = \frac{1}{2}(u_n - n) - 1$.

On donne l'algorithme suivant :

Entrée : n est un entier naturel.
Initialisation : u prend la valeur 1 ;
i prend la valeur 0.
Traitement : Tant que $i < n$
u prend la valeur $\frac{1}{2}(u_n - i) - 1$
i prend la valeur $i + 1$
Fin Tant que.
Sortie : Afficher u.

a) Pour $n=3$, l'algorithme nous donne le tableau suivant :

n	u	i
3	1	0
3	$-\frac{1}{2}$	1
3	$-\frac{7}{4}$	2
3	$-\frac{23}{4}$	3

b) Pour $n=3$, l'algorithme calcul u_n.

On considère la suite (v_n) définie sur $\mathbb{N}$ par $v_n = u_n + n$.

c) La suite (v_n) est une suite géométrique de raison $\frac{1}{2}$ et de premier terme $v_0 = 1$.

d) Pour tout $n \in \mathbb{N}$, $u_n = \frac{1}{2^n} + n$

Exercice n°6

Utilisation d'un algorithme avec les complexes.

On se place dans le plan complexe $(O; \vec{u}, \vec{v})$.

On donne l'algorithme suivant :

Entrée :
- θ est un nombre réel.
- a est un nombre réel.
- b est un nombre réel.
- a' est un nombre réel.
- b' est un nombre réel.

Traitement :
- a' prend la valeur a x $\cos(\theta)$.
- a' prend la valeur a' - b x $\sin(\theta)$.
- b' prend la valeur a x $\sin(\theta)$.
- b' prend la valeur b' + b x $\cos(\theta)$.

Sortie :
- Afficher a'.
- Afficher b'.

Pour le a) et b) on suppose $\theta=\frac{\pi}{3}$, $a = 1$ et $b = 1$.

a) $a' = \frac{\sqrt{3} - 1}{2}$.

b) $b' = \frac{\sqrt{3} + 1}{2}$.

Dans toute la suite on posera M le point d'affixe $z = a + ib$ et M' le point d'affixe $z' = a' + ib'$ avec a' et b' les deux nombres obtenus dans l'algorithme précédent.

c) Si $\theta = \frac{\pi}{3}$, $a = 1$ et $b = 1$ alors $|z'| = \sqrt{2}$.

d) Dans le cas général où $\theta \in \mathbb{R}$, $z' = e^{i\theta}z$.

Exercice n°7

Bases de logique.

Pour le a) et b) on suppose z un nombre complexe et Γ un sous ensemble de $\mathbb{C}$.

a) $z \neq 0$ si et seulement si $\mathrm{Re}(z) \neq 0$ et $\mathrm{Im}(z) \neq 0$.

b) La contraposée de « si $z \in \Gamma$ alors $\mathrm{Re}(z) = 0$ » est « si $\mathrm{Re}(z) = 0$ alors $z \in \Gamma$ ».

Pour le c) et d) on suppose f une fonction définie sur I = [−3 ;5].

c) Si $f(-3) < 0$ et $f(5) > 0$ alors l'équation $f(x) = 0$ admet au moins une solution sur I.

d) Si f admet une primitive sur I = [−3 ;5] alors f est continue sur I = [−3 ;5].

Exercice n°8

Calculs de limites.

a) $\lim\limits_{x\mapsto -\infty} \exp(x) = -\infty$.

b) $\lim\limits_{x\mapsto +\infty} \ln\left(\frac{1}{x^2}\right) = 0$.

c) Si, pour tout réel x non nul, $\frac{1}{x} \leq f(x) \leq \frac{x-1}{x^2+1}$ alors $\lim\limits_{x\mapsto +\infty} f(x) = 0$.

d) $\lim\limits_{x\mapsto \frac{\pi}{2}} \frac{\sin(x)-1}{x-\frac{\pi}{2}} = 1$.

Exercice n°9

Calculs d'intégrales.

a) $\int_2^4 \frac{1}{\sqrt{x}} \mathrm{d}x = 4 + 2 \times \sqrt{2}$.

b) $\int_0^1 \frac{2x}{x^2+1} \mathrm{d}x = ln(2)$.

c) La fonction $x \longmapsto (x^2 - 2x + 2) \times e^x - 2$ est une primitive définie sur $\mathbb{R}$ de la fonction $x \longmapsto x^2 \times e^x$.

d) $\int_0^1 x^2 \times e^x \mathrm{d}x = 3e - 2$.

Exercice n°10

Notions de bases sur les nombres complexes.

On se place dans le plan complexe $(0; \vec{u}, \vec{v})$. On considère A le point d'affixe $z_A = -2i$, B le point d'affixe $z_B = -2$ et E le point d'affixe $z_E = 2 + 2i\sqrt{3}$.

a) L'écriture trigonométrique de $2 + 2i\sqrt{3}$ est $4\left(cos\left(\frac{\pi}{3}\right) + i \sin\left(\frac{\pi}{3}\right)\right)$.

b) E est situé sur le cercle de centre O et de rayon R = 2.

c) L'ensemble des points M d'affixe z tels que $|z + 2i| = |2 + z|$ est la médiatrice du segment [AB].

d) L'ensemble des points M d'affixe z tels que $2z\bar{z} = 1$ est un cercle de rayon 2.

Exercice n°11

Utilisation des nombres complexes en géométrie.

Le plan complexe est rapporté à un repère orthonormal direct $(O; \vec{u}, \vec{v})$.
Soit f la transformation du plan complexe qui, à tout point M d'affixe $z \neq 0$, associe le point M' d'affixe $z' = 1 + \frac{i}{z}$.

a) L'image par f du point A d'affixe $z_A = 1 + i$ est le point A' d'affixe $z_{A'} = \frac{3}{2} + \frac{1}{2}i$.

Dans toute la suite, on pose $z = x + iy$ avec $x \neq 0$ et $y \neq 0$ et $z' = x' + iy'$ avec $x', y' \in \mathbb{R}$.

b) $\mathrm{Re}(z') = x' = \frac{x^2 + y^2 + y}{x^2 + y^2}$.

c) $\mathrm{Im}(z') = y' = \frac{x}{x^2 + y^2}$.

d) L'ensemble des points M d'affixe $z \neq 0$ tel que z' soit imaginaire pur est le cercle (C) de centre.
$A\left(0; -\frac{1}{2}\right)$ et de rayon $R = \frac{1}{2}$ privé du point O.

Exercice n°12

Etude d'une fonction logarithme.

On considère la fonction f définie par : $f(x) = ln(1 - x^2)$.
On note D l'ensemble de définition de f.

a) $1 - x^2 \geq 0$ si et seulement si $-1 \leq x \leq 1$.

b) $D = [-1;1]$.

c) La fonction f a pour fonction dérivée la fonction f' définie sur D par $f'(x) = \frac{1}{1 - x^2}$.

d) L'équation $f(x) = 1$ a pour solutions $x = \sqrt{e-1}$ et $x = -\sqrt{e-1}$.

Exercice n°13

Etude d'une fonction exponentielle.

Soit f la fonction définie par $f(x)=\frac{e^{2x}}{x^2+1}$. On désigne par C_f la courbe représentative de f dans un repère orthonormal du plan.

a) $\lim\limits_{x \mapsto -\infty} f(x) = -\infty$.

b) $\lim\limits_{x \mapsto +\infty} f(x) = +\infty$.

c) La fonction f a pour fonction dérivée la fonction f' définie sur $\mathbb{R}$ par $f'(x) = \frac{2(x^2 - x + 1)}{(e^{-x}(x^2+1))}$.

d) f est croissante sur $]-\infty;0]$ et décroissante sur $[0;\infty+[$.

Exercice n°14

Bases en probabilités.

On considère, dans a), deux évènements E et F d'une même expérience aléatoire.

a) $P_{\overline{F}}(E) = 1 - P_F(E)$.

Pour le b), c) et d), nous utiliserons les hypothèses suivantes :

Une urne contient 5 boules blanches et 3 boules noires. Un joueur tire au hasard une boule dans l'urne.

Si la boule est blanche, il lance un dé tétraédrique dont les faces numérotées de 1 à 4 ont la même probabilité d'apparition.

Si la boule est noire, il lance un jeton dont les faces numérotées de 1 à 2 ont la même probabilité d'apparition.

On considère les événements suivants :

G : « Le joueur obtient le numéro 1 », B : « Le joueur tire une boule blanche ».

b) $P(B \cap G) = \frac{5}{32}$.

c) $P(G) = \frac{13}{32}$.

d) $P_G(B) = \frac{5}{11}$.

Exercice n°15

Différentes lois de probabilités.

a) Soit X une variable aléatoire suivant une loi uniforme sur l'intervalle [0 ;5].

$P\left(1 \leq x \leq \frac{5}{2}\right) = 0{,}4.$

b) Soit Y une variable aléatoire suivant une loi exponentielle de paramètre $\lambda > 0$.

Pour tout $c \in \mathbb{R}_+$, $P(Y > c) = e^{-\lambda c}$.

c) Soit T une variable aléatoire suivant une loi exponentielle de paramètre $\lambda = \frac{1}{10}$.

$P\ (T \leq 10) = 1 - \frac{1}{e}$.

d) Soit Z une variable aléatoire suivant une loi normale $\mathcal{N}(\mu\ ;\ \sigma^2)$ et vérifiant $P(0 \leq Z \leq 2) = 0{,}75$.
La loi de Z n'est pas la loi normale centrée réduite $\mathcal{N}(0\ ;\ 1)$.

Exercice n°16

Repérage dans l'espace.

Dans l'espace muni d'un repère orthonormé $(0; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ on considère le plan P d'équation cartésienne.

$x + 2y + 3z - 2 = 0$ et la droite D dont une représentation paramétrique est, pour tout réel t, $\begin{cases} x = k \\ y = 2 - 3 \\ z = -3 - t \end{cases}$.

a) Le point A(−1 ; 3 ; −2) appartient à D.

b) Le plan P et la droite D sont sécants au point B de coordonnées (−3 ; 4 ; −1).

c) La droite D', de représentation paramétrique $\begin{cases} x = k \\ y = -2k + 1 \\ z = k \end{cases}$ pour tout réel k, est sécante au plan P.

d) Les droites D et D' sont coplanaires.