



Annales concours EPL/S 2018

CONCOURS DE RECRUTEMENT D'ÉLÈVES PILOTE DE LIGNE

ÉPREUVE DE MATHÉMATIQUES

**Durée : 2 Heures
Coefficient : 1**

Cette épreuve comporte :

- 1 page de garde (recto),
- 2 pages (recto-verso) d'instructions pour remplir le QCM,
- 1 page d'avertissements (recto),
- 13 pages de texte (recto-verso) numérotées de 1 à 13

**TOUT DISPOSITIF ÉLECTRONIQUE EST INTERDIT
(EN PARTICULIER L'USAGE DE LA CALCULATRICE)**

ÉPREUVE DE MATHÉMATIQUES

A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT

L'épreuve de mathématiques de ce concours est un questionnaire à choix multiple qui sera corrigé automatiquement par une machine à lecture optique.

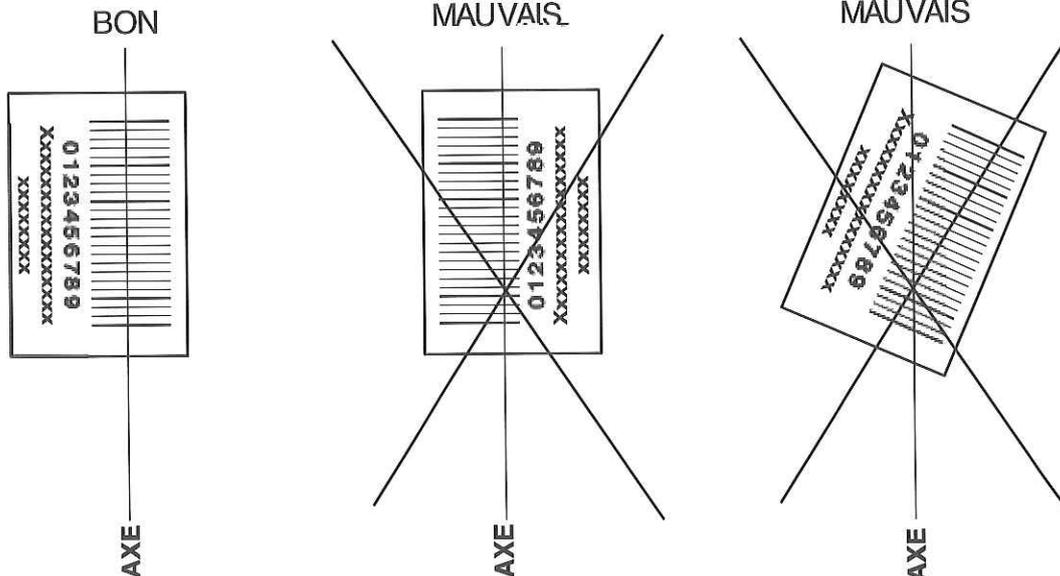
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 1) Vous devez coller dans la partie droite prévue à cet effet, **l'étiquette correspondant à l'épreuve que vous passez**, c'est-à-dire épreuve de mathématiques (voir modèle ci-dessous).

POSITIONNEMENT DES ÉTIQUETTES

Pour permettre la lecture optique de l'étiquette, positionner celle-ci **en position verticale** avec les chiffres d'identification à **gauche** (le trait vertical devant traverser la totalité des barres de ce code).

EXEMPLES :



- 2) Pour remplir ce QCM, vous devez utiliser un **STYLO BILLE** ou une **POINTE FEUTRE** de couleur **NOIRE** et **ATTENTION** vous devez noircir complètement la case en vue de la bonne lecture optique de votre QCM.
- 3) Utilisez le sujet comme brouillon et ne retranscrivez vos réponses qu'après vous être relu soigneusement.
- 4) Votre QCM ne doit pas être souillé, froissé, plié, écorné ou porter des inscriptions superflues, sous peine d'être rejeté par la machine et de ne pas être corrigé.

Tournez la page S.V.P.

- 5) Cette épreuve comporte 36 questions, certaines, de numéros consécutifs, sont liées. La liste des questions liées est donnée au début du texte du sujet.
Chaque candidat devra choisir au plus 24 questions parmi les 36 proposées.

Il est inutile de répondre à plus de 24 questions : la machine à lecture optique lira les réponses en séquence en partant de la ligne 1, et s'arrêtera de lire lorsqu'elle aura détecté des réponses à 24 questions, quelle que soit la valeur de ces réponses.

Chaque question comporte au plus deux réponses exactes.

- 6) A chaque question numérotée entre 1 et 36, correspond sur la feuille-réponses une ligne de cases qui porte le même numéro (les lignes de 37 à 100 sont neutralisées). Chaque ligne comporte 5 cases A, B, C, D, E.

Pour chaque ligne numérotée de 1 à 36, vous vous trouvez en face de 4 possibilités :

- ▶ soit vous décidez de ne pas traiter cette question, la ligne correspondante doit rester vierge.
- ▶ soit vous jugez que la question comporte une seule bonne réponse, vous devez noircir l'une des cases A, B, C, D.
- ▶ soit vous jugez que la question comporte deux réponses exactes, vous devez noircir deux des cases A, B, C, D et deux seulement.
- ▶ soit vous jugez qu'aucune des réponses proposées A, B, C, D n'est bonne, vous devez alors noircir la case E.

En cas de réponse fausse, aucune pénalité ne sera appliquée.

7) EXEMPLES DE RÉPONSES

Question 1 : $1^2 + 2^2$ vaut :
 A) 3 B) 5 C) 4 D) -1

Question 2 : le produit (-1) (-3) vaut :
 A) -3 B) -1 C) 4 D) 0

Question 3 : Une racine de l'équation $x^2 - 1 = 0$ est :
 A) 1 B) 0 C) -1 D) 2

Vous marquerez sur la feuille réponse :

1	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>

Questions liées

1 à 4

6-7

8 à 11

13-14

15 à 17

25 à 27

Notations

Les lettres \mathbb{R} , \mathbb{C} , \mathbb{N} et \mathbb{Z} désignent respectivement les ensembles des réels, des complexes, des entiers naturels et des entiers relatifs. On rappelle que $e^{ix} = \cos x + i \sin x$ où i désigne le nombre complexe tel que $i^2 = -1$ et x est un nombre réel.

PARTIE I

Question 1

On considère l'équation différentielle $(1-x^2)y' - 2xy = x^2$ (E). Une solution sur $V =]-\infty; -1[\cup]-1; 1[\cup]1; +\infty[$ de l'équation homogène associée à (E) est :

- A) $y(x) = C(1-x^2)$, avec $C \in \mathbb{R}$
- B) $y(x) = C(1+x^2)$, avec $C \in \mathbb{R}$
- C) $y(x) = \frac{C}{1-x^2}$, avec $C \in \mathbb{R}$
- D) $y(x) = -\ln(1-x^2) + C$, avec $C \in \mathbb{R}$

Question 2

L'ensemble des solutions sur V de l'équation homogène associée à (E) forme un sous-espace vectoriel de dimension n de l'ensemble des fonctions continues et dérivables sur V , avec :

- A) $n = 0$
- B) $n = 1$
- C) $n = 2$
- D) $n = 3$

Question 3

On montre que la fonction y_p est une solution particulière de (E) sur V , avec :

- A) $y_p(x) = \frac{x^3}{3}$
- B) $y_p(x) = \frac{x^3}{3}(1-x^2)$
- C) $y_p(x) = \frac{x^3}{3(1-x^2)}$
- D) $y_p(x) = \frac{x^3}{3} \ln(1-x^2)$

Question 4

A) L'ensemble des solutions de (E) sur V est de la forme $y(x) = \left(\frac{x^3}{3} + C\right)(1-x^2)$, avec $C \in \mathbb{R}$

B) L'ensemble des solutions de (E) sur V est de la forme $y(x) = \left(\frac{x^3}{3} + C\right)(1+x^2)$, avec $C \in \mathbb{R}$

C) L'ensemble des solutions de (E) sur V est de la forme $y(x) = \left(\frac{x^3}{3} + C\right)\ln(1-x^2)$, avec $C \in \mathbb{R}$

D) L'ensemble des solutions de (E) sur V est de la forme $y(x) = \frac{\frac{x^3}{3} + C}{1-x^2}$, avec $C \in \mathbb{R}$

PARTIE II

Question 5

Soit la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ définie par $u_n = \frac{1}{2^n} + 2^n$. Alors u_n vérifie

- A) $2u_{n+2} + 5u_{n+1} + 2u_n = 0$
- B) $2u_{n+2} - 5u_{n+1} + 2u_n = 0$
- C) $2u_{n+2} - 3u_{n+1} - 2u_n = 0$
- D) $2u_{n+2} + 3u_{n+1} - 2u_n = 0$

Question 6

Soit la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ définie par la relation de récurrence

$$3u_{n+2} - 2u_{n+1} - 5u_n = 0 \quad (\text{R})$$

et par la donnée de $u_0 = 1$ et $u_1 = \frac{13}{3}$. Les réels q tels que la suite géométrique (q^n) vérifie la relation (R) sont :

- A) $q_1 = -\frac{5}{3}$ et $q_2 = -1$
- B) $q_1 = \frac{5}{3}$ et $q_2 = -1$
- C) $q_1 = -\frac{5}{3}$ et $q_2 = 1$
- D) $q_1 = \frac{5}{3}$ et $q_2 = 1$

Question 7

Alors la suite $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$ est définie par :

- A) $u_n = 2\left(\frac{5}{3}\right)^n - (-1)^n$
- B) $u_n = -\frac{5}{4}\left(-\frac{5}{3}\right)^n + \frac{9}{4}(1)^n$
- C) $u_n = 2\left(\frac{5}{3}\right)^n - (1)^n$
- D) $u_n = 2\left(-\frac{5}{3}\right)^n - (1)^n$

PARTIE III

Question 8

La décomposition en éléments simples de la fraction rationnelle $Q(x) = \frac{1}{x(x-1)^2}$ est

- A) $Q(x) = \frac{1}{x^2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{x-1}$
- B) $Q(x) = \frac{1}{x} - \frac{1}{x-1} - \frac{1}{(x-1)^2}$
- C) $Q(x) = \frac{1}{x} - \frac{1}{x-1} + \frac{1}{(x-1)^2}$
- D) $Q(x) = \frac{1}{x^2} - \frac{1}{x-1} - \frac{1}{(x-1)^2}$

Question 9

Une primitive F sur $]0;1[$ de la fonction $Q(x) = \frac{1}{x(x-1)^2}$ est

- A) $F(x) = \ln(x) - \ln(1-x) - \frac{1}{x-1}$
- B) $F(x) = \ln(x) - \ln(x-1) + \frac{1}{x-1}$
- C) $F(x) = -\frac{1}{x} - \ln(x) + \ln(1-x)$.
- D) $F(x) = -\frac{1}{x} - \ln(1-x) + \frac{1}{x-1} + C$, avec $C \in \mathbb{R}$

Question 10

Une primitive F sur $]1;+\infty[$ de la fonction $Q(x) = \frac{1}{x(x-1)^2}$ est

- A) $F(x) = \ln(x) - \ln(1-x) - \frac{1}{x-1}$
- B) $F(x) = \ln(x) - \ln(1-x) + \frac{1}{x-1}$
- C) $F(x) = -\frac{1}{x} - \ln(x) + \ln(1-x)$.
- D) $F(x) = -\frac{1}{x} - \ln(1-x) + \frac{1}{x-1} + C$, avec $C \in \mathbb{R}$

Question 11

On en déduit que :

- A) $I = \int_2^3 Q(x)dx$ existe et vaut $I = \ln\left(\frac{3}{4}\right) - \frac{1}{2}$
- B) $I = \int_2^3 Q(x)dx$ existe et vaut $I = \ln\left(\frac{3}{4}\right) + \frac{1}{2}$
- C) $I = \int_2^3 Q(x)dx$ existe et vaut $I = \frac{1}{6} - \ln(3)$
- D) $I = \int_2^3 Q(x)dx$ n'existe pas

Question 12

Une primitive de $g(x) = e^{-x}e^{-2inx}$ est donnée par

- A) $G(x) = -e^{-x}e^{-2inx}$
- B) $G(x) = -2ine^{-x}e^{-2inx}$
- C) $G(x) = \frac{-1}{2in+1}e^{-x}e^{-2inx}$
- D) $G(x) = \frac{1}{-2in-x}e^{-x}e^{-2inx}$

Question 13

Soit la fonction f définie pour $t < 0$ par :

$$f(t) = \frac{2t}{(1+t^2)(1+t)^2}$$

La décomposition en éléments simples de f est :

- A) $f(t) = \frac{1}{(1+t)^2} + \frac{2}{1+t} + \frac{2t-1}{1+t^2}$.
- B) $f(t) = \frac{1}{(1+t)^2} + \frac{2}{1+t} + \frac{2}{1+t^2}$.
- C) $f(t) = \frac{1}{(1+t)^2} + \frac{2}{1+t} + \frac{2t-2}{1+t^2}$.
- D) $f(t) = -\frac{1}{(1+t)^2} + \frac{1}{1+t^2}$.

Question 14

Soit la fonction f définie pour $t < 0$ par :

$$f(t) = \frac{2t}{(1+t^2)(1+t)^2}$$

Une primitive de f est :

A) $F(t) = -\frac{1}{1+t} + 2\ln(1+t) + \ln(1+t^2) - \arctan(1+t^2) + C, C \in \mathbb{R}$

B) $F(t) = -\frac{1}{1+t} + 2\ln(-1-t) + 2\arctan(1+t^2) + C, C \in \mathbb{R}$

C) $F(t) = \frac{1}{1+t} + \arctan t + C, C \in \mathbb{R}$

D) $F(t) = -\frac{1}{1+t} + 2\ln(-1-t) + \ln(1+t^2) - \arctan(1+t^2) + C, C \in \mathbb{R}$

Question 15

Pour tout entier naturel n on pose $I_n = \int_0^1 x \left[\ln\left(\frac{1}{x}\right) \right]^n dx$

A) $I_0 = \frac{1}{3}$

B) $I_0 = \frac{1}{2}$

C) $I_0 = 1$

D) $I_0 = \frac{1}{4}$

Question 16

On peut montrer que :

A) $I_n = \frac{n}{2} I_{n-1}$ pour $n > 0$

B) $I_{n+1} = \frac{n+1}{2} I_n$

C) $I_n = \frac{n-1}{2} I_{n-1}$ pour $n > 0$

D) $I_{n+1} = \frac{n}{2} I_n$.

Question 17

On en déduit ainsi la valeur de I_n en fonction de n :

A) $I_n = \frac{n!}{2^n}$

B) $I_n = \frac{(n+1)!}{2^n}$

C) $I_n = \frac{n!}{2^{n+1}}$

D) $I_n = \frac{(n+1)!}{2^{n+1}}$

PARTIE IV

Question 18

La série $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{(-2)^n (n-1)!}$

- A) est convergente mais pas absolument convergente
- B) est absolument convergente, donc convergente
- C) est convergente, donc absolument convergente
- D) n'est ni convergente, ni absolument convergente

Question 19

La série $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\cos(n\pi) - \cos(\frac{n\pi}{2})}{n^2}$

- A) converge car son terme général tend vers 0
- B) converge car son terme général est équivalent à $\frac{1}{n^2}$ quand $n \rightarrow +\infty$
- C) converge car c'est une série à termes positifs
- D) converge vers $\frac{3\pi^2}{16}$

Question 20

Soient les suites définies, pour $n \in \mathbb{N}^*$, par $u_n = \sum_{p=1}^n \frac{1}{p} - \ln n$ et $v_n = u_{n+1} - u_n$.

- A) $\sum_{n \geq 1} v_n$ diverge car $\sum_{n \geq 1} \frac{1}{n}$ diverge
- B) $\sum_{n \geq 1} v_n$ converge car $\sum_{n \geq 1} \frac{1}{n^2}$ converge
- C) $\sum_{n \geq 1} v_n$ converge car $\sum_{n \geq 1} \frac{1}{n^3}$ converge
- D) $\sum_{n \geq 1} v_n$ diverge car v_n ne tend pas vers zéro

PARTIE V

Pour tout nombre réel α , on désigne par $[\alpha]$ la partie entière de α .

Question 21

Le produit de quatre entiers consécutifs est nécessairement divisible par :

- A) 16
- B) 18
- C) 20
- D) 24

Question 22

Soient a et b deux entiers positifs tels que b divise $a^2 + 1$, alors :

- A) b divise $a^4 + 1$
- B) b divise $a^4 + 1 \Leftrightarrow b$ divise 2
- C) b divise $a^4 + 1 \Leftrightarrow b = 1$
- D) b divise $a^4 + 1 \Leftrightarrow b = 2$

Question 23

Le nombre de zéros à la fin de $23!$ est :

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5

Question 24

Pour $n \geq 5$, le dernier chiffre de $n!$ qui soit différent de zéro est toujours :

- A) un nombre pair
- B) un nombre impair
- C) un nombre pair si n est pair
- D) un nombre impair si n est impair

Question 25

Le nombre p est un diviseur premier de $2^{21} - 1$ si :

- A) $p = 2$
- B) $p = 3$
- C) $p = 7$
- D) $p = 11$

Question 26

Le nombre p est un diviseur premier de $2^{21} - 1$ si :

- A) $p = 113$
- B) $p = 127$
- C) $p = 131$
- D) $p = 137$

Question 27

Le nombre p est un diviseur premier de $3^{12} - 1$ si :

- A) $p = 3$
- B) $p = 5$
- C) $p = 7$
- D) $p = 11$

Question 28

Quel que soit $n \in \mathbb{N}^*$, quel que soit $x \in \mathbb{R}$, on a :

A) $\left[\frac{[nx]}{n} \right] = [x]$

B) $\left[\frac{[nx]}{n} \right] = [x] + 1$

C) $\left[\frac{[nx]}{n} \right] = [x] - 1$

D) On ne peut pas exprimer $\left[\frac{[nx]}{n} \right]$ indépendamment de n

Question 29

Le reste de la division de l'entier $N = 2000^{1000}$ par 7 est

- A) 1
- B) 2
- C) 5
- D) 6

PARTIE VI

Question 30

Soit a un nombre réel non nul ; on considère la matrice $A = \begin{pmatrix} 0 & a & a^2 \\ \frac{1}{a} & 0 & a \\ \frac{1}{a^2} & \frac{1}{a} & 0 \end{pmatrix}$.

Le déterminant de A vaut

- A) 0 car il n'y a que des 0 sur la diagonale
- B) 2
- C) 1
- D) a

Question 31

\mathbb{R}^3 est rapporté à une base orthonormée. La matrice de la projection orthogonale sur le plan d'équation $2x - 2y + z = 0$ est

- A) $M = \begin{pmatrix} -3 & 4 & -2 \\ 4 & -3 & 2 \\ -2 & 2 & 0 \end{pmatrix}$
- B) $M = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -1 & 4 & -2 \\ 4 & -1 & 2 \\ -2 & 2 & 2 \end{pmatrix}$
- C) $M = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 7 & -4 & 2 \\ -4 & 7 & -2 \\ 2 & -2 & 4 \end{pmatrix}$
- D) $M = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 5 & 4 & -2 \\ 4 & 5 & 2 \\ -2 & 2 & 8 \end{pmatrix}$

Question 32

Soient les matrices à trois lignes et à trois colonnes

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 3 \\ 1 & 3 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \text{ et } B = \begin{pmatrix} -3 & 8 & -16 \\ -3 & 7 & -12 \\ -1 & 2 & -3 \end{pmatrix}$$

L'inverse de la matrice $M = BA$:

A) vaut $M^{-1} = \begin{pmatrix} 2 & 28 & -25 \\ 1 & 21 & -21 \\ 0 & 5 & -6 \end{pmatrix}$

B) vaut $M^{-1} = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -28 & 21 & -5 \\ -25 & 21 & -6 \end{pmatrix}$

C) vaut $M^{-1} = \begin{pmatrix} -21 & 43 & -63 \\ 6 & -12 & 17 \\ 5 & -10 & 14 \end{pmatrix}$

D) n'existe pas car $\det M = 0$

Question 33

Dans E espace vectoriel sur \mathbb{R} de dimension 3, $B = (\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ désigne une base de E .

L'application linéaire f de E dans E est définie par :

$$\vec{u} = f(\vec{i}) = -3\vec{i} + \vec{j} + \vec{k}$$

$$\vec{v} = f(\vec{j}) = -2\vec{i} + \vec{j} + 4\vec{k}$$

$$\vec{w} = f(\vec{k}) = 4\vec{i} - \vec{j} + 2\vec{k}$$

A) $\{\vec{u}, \vec{v}, \vec{w}\}$ est une base de E

B) $\{\vec{u}, \vec{v}, \vec{w}\}$ n'est pas une base de E

C) L'ensemble des vecteurs \vec{x} tels que $f(\vec{x}) = \vec{0}$ est $\{\vec{0}\}$

D) L'ensemble des vecteurs \vec{x} tels que $f(\vec{x}) = \vec{0}$ est $\{k\vec{x}_0, k \in \mathbb{R}\}$, avec $\vec{x}_0 = -2\vec{i} + \vec{j} + \vec{k}$

PARTIE VII

Question 34

Soit la fonction f définie par

$$f(0) = 0 \text{ et } f(x) = \frac{e^x - x - 1}{x} \text{ si } x \neq 0$$

- A) f est continue sur \mathbb{R}
- B) f est dérivable sur \mathbb{R}
- C) $f'(0) = 1$
- D) f n'est pas dérivable en 0

Question 35

Soit la fonction de \mathbb{R}^* dans \mathbb{R} définie par $f(x) = \frac{x+1}{e^{\frac{1}{x}}}$:

- A) La courbe représentative de f n'admet pas d'asymptote au voisinage de $+\infty$
- B) La courbe représentative de f admet la droite d'équation $y = x$ comme asymptote au voisinage de $+\infty$
- C) La courbe représentative de f admet la droite d'équation $y = -x$ comme asymptote au voisinage de $-\infty$
- D) La courbe représentative de f admet la droite d'équation $y = \frac{x}{2}$ comme asymptote au voisinage de $+\infty$

Question 36

Soit a un paramètre réel. Les solutions de l'équation

$$2(1+i)z^2 + 2(a+i)z + ia(1-i) = 0$$

sont :

- A) $z_1 = -\frac{a}{1+i}$ et $z_2 = -\frac{1+i}{2}$
- B) $z_1 = -\frac{a}{1+i}$ et $z_2 = -\frac{1-i}{2}$
- C) $z_1 = \frac{a}{1+i}$ et $z_2 = -\frac{1+i}{2}$
- D) $z_1 = -\frac{a}{1-i}$ et $z_2 = \frac{1+i}{2}$

CONCOURS DE RECRUTEMENT D'ÉLÈVES PILOTE DE LIGNE

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

**Durée : 2 Heures
Coefficient : 1**

Cette épreuve comporte :

- 1 page de garde (recto),
- 2 pages (recto-verso) d'instructions pour remplir le QCM,
- 1 page d'avertissement (recto)
- 7 pages de texte (recto-verso).

**TOUT DISPOSITIF ÉLECTRONIQUE EST INTERDIT
(EN PARTICULIER L'USAGE DE LA CALCULATRICE)**

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT

L'épreuve de physique de ce concours est un questionnaire à choix multiple qui sera corrigé automatiquement par une machine à lecture optique.

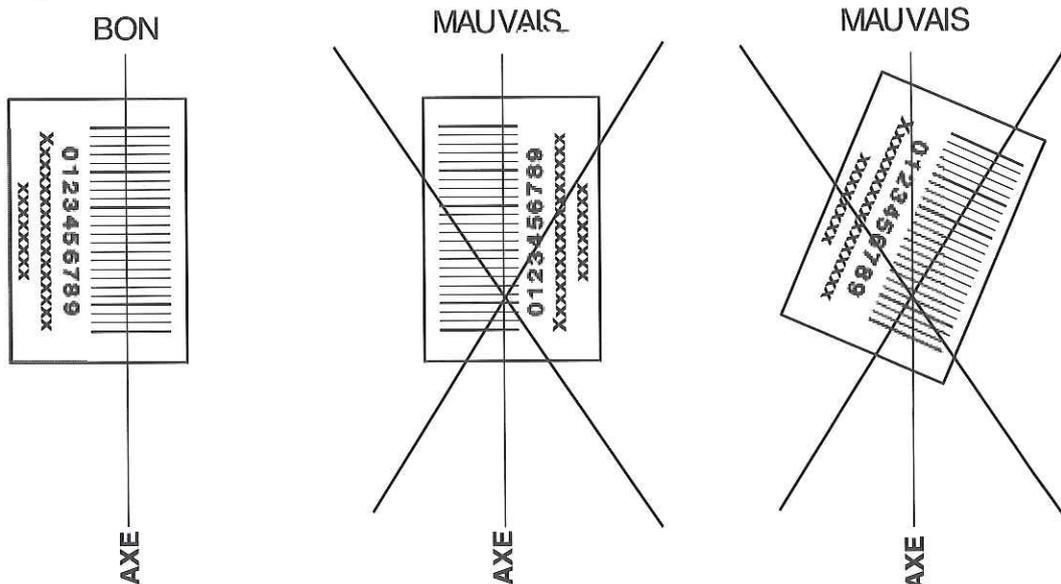
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 1) Vous devez coller dans la partie droite prévue à cet effet, l'**étiquette correspondant à l'épreuve que vous passez**, c'est-à-dire épreuve de physique (voir modèle ci-dessous).

POSITIONNEMENT DES ÉTIQUETTES

Pour permettre la lecture optique de l'étiquette, positionner celle-ci **en position verticale** avec les chiffres d'identification **à gauche** (le trait vertical devant traverser la totalité des barres de ce code).

EXEMPLES :



- 2) Pour remplir ce QCM, vous devez utiliser un **STYLO BILLE** ou une **POINTE FEUTRE** de couleur **NOIRE** et **ATTENTION** vous devez noircir complètement la case en vue de la bonne lecture optique de votre QCM.
- 3) Utilisez le sujet comme brouillon et ne retranscrivez vos réponses qu'après vous être relu soigneusement.
- 4) Votre QCM ne doit pas être souillé, froissé, plié, écorné ou porter des inscriptions superflues, sous peine d'être rejeté par la machine et de ne pas être corrigé.
- 5) Cette épreuve comporte 36 questions, certaines, de numéros consécutifs, sont liées. La liste des questions est donnée au début du texte du sujet.
Chaque candidat devra choisir au plus 24 questions parmi les 36 proposées.

Il est inutile de répondre à plus de 24 questions : la machine à lecture optique lira les réponses en séquence en partant de la ligne 1, et s'arrêtera de lire lorsqu'elle aura détecté des réponses à 24 questions, quelle que soit la valeur de ces réponses.

Chaque question comporte au plus deux réponses exactes.

Tournez la page S.V.P.

6) A chaque question numérotée entre 1 et 36, correspond sur la feuille-réponses une ligne de cases qui porte le même numéro (les lignes de 37 à 100 sont neutralisées). Chaque ligne comporte 5 cases A, B, C, D, E.

Pour chaque ligne numérotée de 1 à 36, vous vous trouvez en face de 4 possibilités :

- ▶ soit vous décidez de ne pas traiter cette question, la ligne correspondante doit rester vierge.
- ▶ soit vous jugez que la question comporte une seule bonne réponse, vous devez noircir l'une des cases A, B, C, D.
- ▶ soit vous jugez que la question comporte deux réponses exactes, vous devez noircir deux des cases A, B, C, D et deux seulement.
- ▶ soit vous jugez qu'aucune des réponses proposées A, B, C, D n'est bonne, vous devez alors noircir la case E.

En cas de réponse fautive, aucune pénalité ne sera appliquée.

7) EXEMPLES DE RÉPONSES

Exemple I : Question 1 :

Pour une mole de gaz réel :

- A) $\lim_{P \rightarrow 0}(PV) = RT$, quelle que soit la nature du gaz.
- B) $PV = RT$ quelles que soient les conditions de pression et température.
- C) Le rapport des chaleurs massiques dépend de l'atomicité.
- D) L'énergie interne ne dépend que de la température.

Exemple II : Question 2 :

Pour un conducteur ohmique de conductivité électrique σ , la forme locale de la loi d'OHM est :

- A) $\mathbf{j} = E/\sigma$
- B) $\mathbf{j} = \sigma E$
- C) $E = \sigma^2 \mathbf{j}$
- D) $\mathbf{j} = \sigma^2 E$

Exemple III : Question 3 :

- A) Le travail lors d'un cycle monotherme peut être négatif.
- B) Une pompe à chaleur prélève de la chaleur à une source chaude et en restitue à la source froide.
- C) Le rendement du cycle de CARNOT est $1 + \frac{T_2}{T_1}$.
- D) Le phénomène de diffusion moléculaire est un phénomène réversible.

Vous marquerez sur la feuille réponse :

1	<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>



ECOLE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE

Admissions et Vie des Campus

Toulouse, le 3 avril 2018

Affaire suivie par Mme. Viviane BAROLLO
Viviane.barollo@enac.fr
avic@enac.fr

De : Viviane BAROLLO	Tél : 05.62.17. 40 76	Fax : 05.62.17.40 79
----------------------	-----------------------	----------------------

A : TOUS CHEFS DE CENTRE	Tél :	Fax :
--------------------------	-------	-------

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 1

CONCOURS EPL/S 2018

ERRATUM

EPREUVE DE : PHYSIQUE

Enoncé question 23 :

Il faut lire : « donner l'expression de r en fonction de p , p_v , et ε

AVERTISSEMENTS

Dans certaines questions, les candidats doivent choisir entre plusieurs valeurs numériques. Nous attirons leur attention sur les points suivants :

1 - Les résultats sont arrondis en respectant les règles habituelles ; il est prudent d'éviter des arrondis trop imprécis sur les résultats intermédiaires.

2 - Les valeurs fausses proposées diffèrent suffisamment de la valeur exacte pour que d'éventuels écarts d'arrondi n'entraînent aucune ambiguïté sur la réponse.

Les notations utilisées sont celles en vigueur au niveau international. Ainsi, conformément à ces recommandations internationales, les vecteurs sont représentés en caractères gras et le produit vectoriel est noté par le symbole \times .

QUESTIONS LIÉES

Mécanique du point matériel : [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Circuit électrique : [7, 8, 9, 10, 11, 12]

Ondes : [13, 14, 15, 16, 17, 18]

Thermodynamique : [19, 20, 21, 22, 23, 24]

Moment magnétique : [25, 26, 27, 28, 29, 30]

Oscillateur mécanique : [31, 32, 33, 34, 35, 36]

Partie 1 : Mécanique du point matériel

Un astronaute de masse $m = 75 \text{ kg}$, équipé en outre d'une combinaison avec scaphandre de masse $M = 85 \text{ kg}$, effectue, sans élan, un bond vertical sur la Lune. On assimile le système {astronaute + scaphandre} à un point matériel A (masse $m + M$) localisé au niveau de la ceinture de l'astronaute; initialement (avant le saut), la coordonnée verticale z , ou altitude, du point A est z_0 . Dans l'exercice, la hauteur h du saut est définie par la différence entre l'altitude maximale z_m atteinte par A et z_0 : $h = z_m - z_0$. L'origine des altitudes est donnée par un point O situé sur le sol lunaire.

On note $g_L \approx 1,5 \text{ SI}$ (Système International des unités) l'intensité du champ de pesanteur sur la Lune. Ce champ est supposé uniforme au voisinage du sol lunaire. On rappelle que la direction de ce champ définit la verticale.

1. Quelle est l'unité SI de g_L ?

- A) m.s B) m.s^2 C) m.s^{-1} D) m.s^{-2}

2. Donner l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur $\mathcal{E}_{p,p}$, sur la Lune, du point A . On prendra l'origine des énergies potentielles au point O .

- A) $\mathcal{E}_{p,p} = -Mg_L \cdot OA$ C) $\mathcal{E}_{p,p} = -(m + M)g_L \cdot OA$
B) $\mathcal{E}_{p,p} = (m + M)g_L \cdot OA$ D) $\mathcal{E}_{p,p} = Mg_L \cdot OA$

3. Parmi les affirmations suivantes, lesquelles sont exactes?

- A) L'énergie potentielle de A se conserve au cours du saut.
B) L'énergie mécanique de A se conserve au cours du saut.
C) L'énergie cinétique de A se conserve au cours du saut.
D) L'énergie cinétique initiale (juste après le décolllement) de A est $\mathcal{E}_k = (m + M)g_L h$.

4. Donner la ou les expressions correctes de la vitesse initiale v_0 de l'astronaute (juste après le décolllement).

- A) $v_0 = \left(\frac{2\mathcal{E}_k}{m + M} \right)^{1/2}$ B) $v_0 = \left(\frac{2\mathcal{E}_k}{m} \right)^{1/2}$ C) $v_0 = 2g_L h$ D) $v_0 = (2g_L h)^{1/2}$

5. Quelle est la valeur approximative de v_0 pour une hauteur de bond $h = 48 \text{ cm}$?

- A) $v_0 \approx 12 \text{ m.s}^{-1}$ B) $v_0 \approx 120 \text{ cm.s}^{-1}$ C) $v_0 \approx 12 \text{ cm.s}^{-1}$ D) $v_0 \approx 120 \text{ m.s}^{-1}$

6. Un saut de même hauteur h est réalisé, sans scaphandre, sur Terre dont l'intensité du champ de pesanteur, supposé uniforme au voisinage du sol, est $g_T \approx 10 \text{ SI}$. Exprimer le rapport $v_0/v_{0,T}$ où $v_{0,T}$ désigne la vitesse initiale (juste après le décolllement) sur Terre.

- A) $\frac{v_0}{v_{0,T}} = 1$ B) $\frac{v_0}{v_{0,T}} = \frac{g_L}{g_T}$ C) $\frac{v_0}{v_{0,T}} = \left(\frac{g_T}{g_L} \right)^{1/2}$ D) $\frac{v_0}{v_{0,T}} = \left(\frac{g_L}{g_T} \right)^{1/2}$

Partie 2 : Circuit électrique

Une bobine d'inductance L (résistance négligeable) est placée en série avec un résistor de résistance R . L'ensemble est alimenté par un générateur de tension continue de force électromotrice E et de résistance interne r . À l'instant initial $t = 0$ (t désigne le temps), on ferme le circuit série à l'aide d'un interrupteur (Fig. 1). Le sens du courant électrique est choisi de telle manière à se placer en convention récepteur pour la bobine et les conducteurs ohmiques, et en convention générateur pour la source de tension.

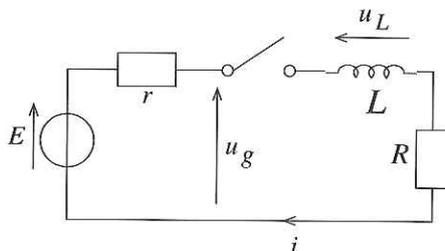


FIG. 1 - Circuit série

7. Quel est l'ordre de grandeur de l'inductance L des bobines couramment utilisées en travaux pratiques?
- L'ordre de grandeur de L est le mégahenry (MH)
 - L'ordre de grandeur de L est le millihenry (mH)
 - L'ordre de grandeur de L est le nanohenry (nH)
 - L'ordre de grandeur de L est le kilohenry (kH)
8. Déterminer l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par l'intensité $i(t)$ qui circule dans la bobine.
- $\frac{di}{dt} - \frac{i}{\tau} = \frac{E}{L}$ avec $\tau = \frac{L}{r+R}$
 - $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = -\frac{E}{L}$ avec $\tau = \frac{L}{r+R}$
 - $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = \frac{E}{L}$ avec $\tau = \frac{r+R}{L}$
 - $\frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau} = \frac{E}{L}$ avec $\tau = \frac{L}{r+R}$
9. Quelle est la solution de l'équation différentielle précédente?
- $i(t) = \frac{E}{r+R} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$
 - $i(t) = \frac{E}{r+R} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$
 - $i(t) = \frac{E}{r+R} \left[\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) - 1 \right]$
 - $i(t) = \frac{E}{r+R} \left[\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + 1 \right]$
10. Déterminer la tension $u_L(t)$ aux bornes de la bobine (Fig. 1).
- $u_L(t) = -E \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$
 - $u_L(t) = E \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$
 - $u_L(t) = \frac{RE}{r+R} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$
 - $u_L(t) = E \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$
11. Comment évolue la tension $u_g(t)$ aux bornes du générateur (Fig. 1)?
- La tension aux bornes du générateur reste constante et égale à E .
 - La tension aux bornes du générateur devient nulle.
 - La tension aux bornes du générateur évolue selon $u_g(t) = E - ri(t)$.
 - La tension aux bornes du générateur diminue et devient égale à $RE/(r+R)$ au bout d'une durée suffisamment longue.

12. On remplace maintenant le générateur de tension continue par un GBF qui délivre une tension sinusoïdale de pulsation ω . Comment évolue la tension complexe \underline{u}_L , associée à u_L , en fonction du courant complexe \underline{i} associé à i ? Dans les réponses proposées, j est le nombre complexe tel que $j^2 = -1$.
- A) La tension aux bornes de la bobine s'écrit $\underline{u}_L(t) = Z_L \underline{i}(t)$ avec $Z_L = jL\omega$.
- B) La tension aux bornes de la bobine s'écrit $\underline{u}_L(t) = L d\underline{i}(t)/dt$.
- C) La tension aux bornes de la bobine s'écrit $\underline{u}_L(t) = Z_L \underline{i}(t)$ avec $Z_L = -jL\omega$.
- D) La tension aux bornes de la bobine s'écrit $\underline{u}_L(t) = Z_L \underline{i}(t)$ avec $Z_L = 1/(jL\omega)$.

Partie 3 : Ondes

Une onde progressive sinusoïdale se propage selon la direction définie par un axe Ox ; en fonction de la coordonnée cartésienne x et du temps t , la fonction d'onde s'écrit :

$$\Psi(x, t) = \psi_m \cos \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \right]$$

où ψ_m est l'amplitude de l'onde, ω la pulsation de l'onde et v une grandeur dont la nature sera demandée ultérieurement.

13. Quelle est la relation entre la fréquence ν de cette onde et sa pulsation ω ?

A) $\nu = 2\pi\omega$ B) $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$ C) $\nu = \frac{2\pi}{\omega}$ D) $\nu = \frac{\omega}{\pi}$

14. Que représente physiquement v et quelle est son unité SI (Système International des unités)? En déduire la signification physique du terme x/v .

- A) v est une durée dont l'unité SI est la seconde; x/v représente donc une vitesse.
- B) v est la vitesse de propagation (ou célérité) de l'onde et son unité SI est le mètre par seconde; x/v est le retard (temporel) dû à la propagation.
- C) v est une position et son unité SI est le mètre; x/v est donc un nombre sans dimension.
- D) v est la vitesse de propagation (ou célérité) de l'onde et son unité SI est le mètre par seconde; x/v n'a pas de signification particulière.

15. Comment peut s'écrire la fonction d'onde Ψ_r d'une onde qui se propage selon les x décroissants?

A) $\Psi_r(x, t) = \psi_m \cos \left[\omega \left(-t - \frac{x}{v} \right) \right]$ C) $\Psi_r(x, t) = \psi_m \cos \left[\omega \left(-t + \frac{x}{v} \right) \right]$

B) $\Psi_r(x, t) = \psi_m \cos \left[\omega \left(t + \frac{x}{v} \right) \right]$ D) $\Psi_r(x, t) = \psi_m \cos \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \right]$

16. Donner la relation entre la longueur d'onde λ , la fréquence ν et la vitesse de propagation v de l'onde.

A) $\lambda\nu = v$ C) $\frac{\nu}{\lambda} = v$

B) $\frac{\lambda}{\nu} = v$ D) Ces trois grandeurs ne sont pas reliées entre elles.

17. On considère une onde lumineuse de longueur d'onde $\lambda = 600 \text{ nm}$. On interpose sur le trajet de cette onde une petite ouverture de dimension caractéristique $D_c \approx 0,5 \text{ mm}$. On observe alors, juste après l'ouverture, un éparpillement de l'onde caractérisé par un angle θ tel que: $\theta \sim \lambda/D_c$ (le symbole mathématique \sim signifie « de l'ordre de »). Comment appelle-t-on ce phénomène et quelle est la valeur de θ ?

- A) Ce phénomène est la diffraction et $\theta \sim 1,2 \text{ rad}$
- B) Ce phénomène est une interférence et $\theta \sim 1,2 \text{ rad}$
- C) Ce phénomène est la diffraction et $\theta \sim 1,2 \text{ mrad}$
- D) Ce phénomène est une interférence et $\theta \sim 1,2 \text{ mrad}$

18. Dans un montage optique, la monture d'une lentille (diamètre D) est un diaphragme d'ouverture caractéristique $D_c = D$. À partir de quelle valeur (en ordre de grandeur) D_{min} de D l'angle θ correspondant est-il inférieur à la limite de résolution angulaire de l'œil?

- A) $D_{min} = 2 \text{ dm}$ B) $D_{min} = 2 \text{ cm}$ C) $D_{min} = 2 \text{ m}$ D) $D_{min} = 2 \text{ mm}$

Partie 4 : Thermodynamique

On s'intéresse à la thermodynamique d'une masse d'air atmosphérique qui occupe un volume V . Cet air est dit humide car composé de deux gaz : l'air sec (masse volumique ρ_a , masse molaire $M_a \approx 30 \text{ g.mol}^{-1}$) et la vapeur d'eau (masse volumique ρ_v , masse molaire $M_v = 18 \text{ g.mol}^{-1}$). Les deux gaz sont supposés parfaits et indépendants l'un de l'autre (pas de réaction chimique). En outre, aucun des deux gaz ne subit de changement d'état physique.

L'air humide est à une température T et une pression p . On appelle pression partielle d'air sec p_a la pression qu'aurait, à la température T , l'air sec s'il occupait seul le volume V ; de même, la pression partielle de vapeur d'eau p_v est la pression qu'aurait, à la température T , la vapeur d'eau si elle occupait seule le volume V . On indique que la pression totale p de l'air humide est la somme des deux pressions partielles : $p = p_a + p_v$.

On prendra $R \approx 8 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ comme la constante des gaz parfaits. La résolution de cet exercice ne requiert aucune connaissance particulière sur la thermodynamique des systèmes à deux corps purs; tous les éléments nécessaires à la résolution de l'exercice sont donnés dans l'énoncé.

19. Comment s'écrivent la pression partielle d'air sec p_a et la pression partielle de vapeur d'eau p_v ?

- A) $p_a = \rho_a RT$ B) $p_v = \rho_v \frac{R}{M_v} T$ C) $p_a = \rho_a \frac{R}{M_a} T$ D) $p_v = \rho_v RT$

20. On appelle température équivalente T_e la température qu'aurait un air sec (sans vapeur d'eau) de même masse volumique ρ et de même pression p que la masse d'air humide à la température T . Comment s'écrivent ρ et T_e ?

- A) $\rho = \rho_a + \rho_v$ B) $\rho = \frac{\rho_a + \rho_v}{2}$ C) $T_e = \frac{pM_a}{\rho R}$ D) $T_e = \frac{p_a M_a}{\rho R}$

21. En déduire l'expression de T_e en fonction du rapport des masses molaires $\epsilon = M_v/M_a$

- A) $T_e = T$ C) $T_e = T \left[1 + (\epsilon - 1) \frac{p_a}{p_v} \right]$
 B) $T_e = \frac{T}{1 + (\epsilon - 1)p_v/p_a}$ D) $T_e = \frac{T}{1 + (\epsilon - 1)p_v/p}$

22. Parmi les affirmations ci-dessous, lesquelles sont exactes?

- A) À nombre de molécules fixé, pour un volume V donné, l'air humide est plus lourd que l'air sec.
 B) À nombre de molécules fixé, pour un volume V donné, l'air humide est moins lourd que l'air sec.
 C) À nombre de molécules fixé, pour un volume V donné, l'air humide est aussi lourd que l'air sec.
 D) Une masse donnée d'air humide n'est pas plus lourde qu'une même masse d'air sec.

23. Pour quantifier le contenu en vapeur d'eau dans le volume V , on peut utiliser, en plus de la pression partielle p_v , le rapport de mélange $r = m_v/m_a$, où m_v et m_a désignent, respectivement, la masse de vapeur d'eau et la masse d'air sec dans V .

Donner l'expression de r en fonction de p_a , p_v et ϵ , puis l'expression approchée au premier ordre sachant que $p_v \ll p$.

A) $r = \epsilon \frac{p_v}{p - p_v}$ soit $r \approx \epsilon \frac{p_v}{p}$

C) $r = \epsilon \frac{p_a - p_v}{p_v}$ soit $r \approx \epsilon \frac{p_a}{p_v}$

B) $r = \epsilon \frac{p_v}{p_a - p_v}$ soit $r \approx \epsilon \frac{p_v}{p_a}$

D) $r = \epsilon \frac{p_v}{p_v - p}$ soit $r \approx -\epsilon \frac{p_v}{p}$

24. En utilisant l'expression approchée précédente, calculer p_v si $m_v = 5 \text{ g}$, $m_a = 1 \text{ kg}$ et $p = 10^5 \text{ Pa}$. Pour le calcul, on prendra $\epsilon \approx 2/3$.

A) $p_v = 750 \text{ Pa}$

B) $p_v = 750 \text{ hPa}$

C) $p_v = 75 \text{ hPa}$

D) $p_v = 75 \text{ Pa}$

Partie 5 : Moment magnétique

25. Quelles sont les affirmations exactes ?

A) Le champ magnétique à l'intérieur d'une bobine très longue, de forme circulaire, est, loin des bords, uniforme.

B) L'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre est 50 mT .

C) Un moment magnétique est homogène au produit d'une surface par une intensité électrique.

D) La norme du vecteur moment magnétique d'une spire circulaire (diamètre D), parcourue par un courant d'intensité I est πID^2

26. Une spire circulaire de diamètre D est placée dans un champ magnétique uniforme de norme B . Quelle est la valeur absolue maximale du flux Φ de ce champ magnétique à travers la spire ?

A) $|\Phi| = BS$

B) $|\Phi| = \frac{B}{S}$

C) $|\Phi| = \frac{S}{B}$

D) $|\Phi| = 0$

27. La norme du champ magnétique créé par une spire circulaire (diamètre D), parcourue par un courant stationnaire d'intensité I , s'écrit, à une distance $z \gg D$ sur l'axe de la spire :

$$B = \frac{\mu_0}{8z^3} I^\alpha D^\beta$$

où $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$ et α et β sont deux exposants réels. En utilisant l'analyse dimensionnelle, trouver les valeurs de α et β .

A) $\alpha = 1$ et $\beta = 2$

B) $\alpha = 2$ et $\beta = 1$

C) $\alpha = 1$ et $\beta = 1$

D) $\alpha = 2$ et $\beta = 2$

28. La norme du champ magnétique précédent peut s'écrire en fonction de la norme \mathcal{M} du moment magnétique de la spire :

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2\mathcal{M}^\gamma}{z^3}$$

En utilisant l'analyse dimensionnelle, déterminer le facteur numérique γ .

A) $\gamma = \frac{1}{2}$

B) $\gamma = 1$

C) $\gamma = -1$

D) $\gamma = 2$

29. Dans le modèle planétaire d'un atome d'hydrogène (modèle de Bohr), l'électron (masse m_e , charge électrique $-e$, où e est la charge électrique élémentaire) décrit une orbite circulaire de rayon r autour d'un axe de révolution qui passe par le proton p . L'axe de révolution est orienté selon Oz (Fig. 2). Le sens de parcours de l'orbite est donné par la figure. En notant T la période de révolution de l'électron, ce système est assimilable à une spire circulaire parcourue par un courant stationnaire d'intensité $I = -e/T$.

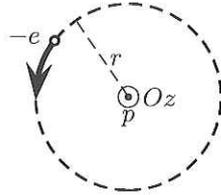


FIG. 2 – Modèle planétaire de l'atome d'hydrogène

Quelle est, d'une part, la composante \mathcal{M}_z , selon Oz , du moment magnétique de ce système et, d'autre part, la composante L_z du moment cinétique de l'électron par rapport à son axe de révolution ?

- A) $\mathcal{M}_z = -\frac{\pi e r^2}{T}$ et $L_z = \frac{2\pi r^2 m_e}{T}$ C) $\mathcal{M}_z = -\frac{2\pi e r^2}{T}$ et $L_z = \frac{2\pi r^2 m_e}{T}$
 B) $\mathcal{M}_z = \frac{\pi e r^2}{T}$ et $L_z = \frac{\pi r m_e}{T}$ D) $\mathcal{M}_z = \frac{2\pi e r^2}{T}$ et $L_z = \frac{2\pi r m_e}{T}$

30. Le moment cinétique L_z est, en outre, un multiple entier de la constante fondamentale $\hbar = h/(2\pi)$ où h est la constante de Planck : précisément $L_z = n\hbar$ où n est un entier supérieur ou égal à 1. Quelle conséquence cette quantification a-t-elle sur \mathcal{M}_z ?

- A) Il n'y a aucune conséquence particulière.
 B) Le moment magnétique est alors quantifié car $\mathcal{M}_z = -n \frac{e\hbar}{2m_e}$
 C) Le moment magnétique est alors quantifié car $\mathcal{M}_z = n \frac{e\hbar}{m_e}$
 D) On ne peut rien dire *a priori*.

Partie 6 : Oscillateur mécanique

Un palet, assimilé à un point matériel A de masse m , est attaché à un ressort (raideur K , masse négligeable) le long d'un axe horizontal Ox . Cet axe porte le vecteur unitaire e_x (Fig. 3). On écarte, vers la droite (selon $x > 0$), le palet de la distance x_m puis on le lâche sans vitesse initiale ; on observe alors un mouvement oscillatoire autour de la position d'équilibre prise, par commodité, à la coordonnée $x = 0$ lorsque le ressort n'est pas déformé.

Au cours du mouvement, le support (horizontal) sur lequel est posé le palet exerce une force de frottement $F_f = \varepsilon \mu m g e_x$ où g est la norme du champ de pesanteur \mathbf{g} , μ un facteur caractéristique du frottement et ε un nombre tel que : $\varepsilon = -1$ si le mouvement se fait dans le sens des x croissants et $\varepsilon = 1$ sinon.

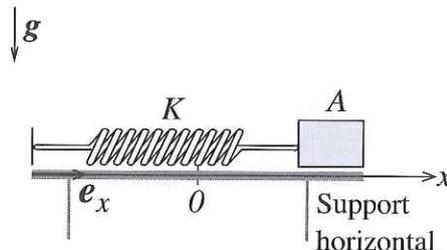


FIG. 3 – Palet assimilé à un point matériel A attaché à un ressort de raideur K

31. Quelle est l'équation différentielle du deuxième ordre qui décrit le mouvement de A ?

A) $\ddot{x} - \omega_0^2 x = \varepsilon \mu g$ avec $\omega_0^2 = \frac{K}{m}$
 B) $\ddot{x} + \omega_0^2 x = \varepsilon \mu g$ avec $\omega_0^2 = \frac{K}{m}$

C) $\ddot{x} + \omega_0^2 x = -\varepsilon \mu g$ avec $\omega_0^2 = \frac{K}{m}$
 D) $\ddot{x} - \omega_0^2 x = -\varepsilon \mu g$ avec $\omega_0^2 = \frac{K}{m}$

32. Compte tenu des conditions initiales, le mouvement de A s'effectue d'abord dans le sens des x décroissants. Quelle est la solution $x(t)$ de l'équation différentielle obtenue précédemment ?

A) $x(t) = x_m \cos(\omega_0 t) + \frac{\mu g}{\omega_0^2}$

C) $x(t) = \left(x_m + \frac{\mu g}{\omega_0^2}\right) \cos(\omega_0 t) + \frac{\mu g}{\omega_0^2}$

B) $x(t) = \left(x_m - \frac{\mu g}{\omega_0^2}\right) \cos(\omega_0 t) + \frac{\mu g}{\omega_0^2}$

D) $x(t) = \left(x_m - \frac{\mu g}{\omega_0^2}\right) \sin(\omega_0 t) + \frac{\mu g}{\omega_0^2}$

33. Cette première phase du mouvement s'achève lorsque le mobile repart en sens inverse. À quel instant t_1 cette première phase du mouvement se termine-t-elle ? On exprimera t_1 en fonction de la période $T_0 = 2\pi/\omega_0$ du mouvement oscillatoire.

A) $t_1 = T_0$

B) $t_1 = 2T_0$

C) $t_1 = \frac{T_0}{2}$

D) $t_1 = \frac{T_0}{4}$

34. Quelle est la position x_1 de A à l'instant t_1 ?

A) $x_1 = -x_m$

B) $x_1 = -x_m + \frac{2\mu g}{\omega_0^2}$

C) $x_1 = x_m - \frac{2\mu g}{\omega_0^2}$

D) $x_1 = x_m + \frac{2\mu g}{\omega_0^2}$

35. À partir de l'instant t_1 , choisi comme nouvelle origine temporelle, le mouvement de A s'effectue dans le sens des x croissants. Quel est l'instant t_2 pour lequel cette deuxième phase du mouvement se termine ? Quelle est la position x_2 de A à l'instant t_2 ?

A) $t_2 = T_0$

B) $t_2 = \frac{T_0}{2}$

C) $x_2 = x_m + \frac{4\mu g}{\omega_0^2}$

D) $x_2 = x_m - \frac{4\mu g}{\omega_0^2}$

36. À partir de l'instant t_2 , le mouvement de A s'effectue de nouveau dans le sens des x décroissants jusqu'à un instant t_3 où la position de A est x_3 et d'où le palet repartira dans le sens des x croissants, et ainsi de suite. Compte tenu de ce qui précède, quelle est l'expression générique de la durée t_n (n entier naturel) de la n -ième phase du mouvement ? Donner aussi l'expression générique de la position x_n atteinte à la fin de la n -ième phase du mouvement.

A) $t_n = \frac{nT_0}{2}$

C) $x_n = x_m - n \frac{\mu g}{\omega_0^2}$

B) $t_n = \frac{T_0}{2}$

D) $x_n = (-1)^n \left(x_m - 2n \frac{\mu g}{\omega_0^2}\right)$

CONCOURS DE RECRUTEMENT D'ÉLÈVES PILOTE DE LIGNE

ÉPREUVE D'ANGLAIS

**Durée : 2 Heures
Coefficient : 1**

Cette épreuve comporte :

- 1 page de garde (recto),
- 2 pages (recto-verso) d'instructions pour remplir le QCM,
- 8 pages de texte (recto-verso) numérotées de 1 à 8.

**TOUT DISPOSITIF ÉLECTRONIQUE EST INTERDIT
(EN PARTICULIER L'USAGE DE LA CALCULATRICE)**

ÉPREUVE OBLIGATOIRE D'ANGLAIS

A LIRE TRÈS ATTENTIVEMENT

L'épreuve obligatoire d'Anglais de ce concours est un questionnaire à choix multiple qui sera corrigé automatiquement par une machine à lecture optique.

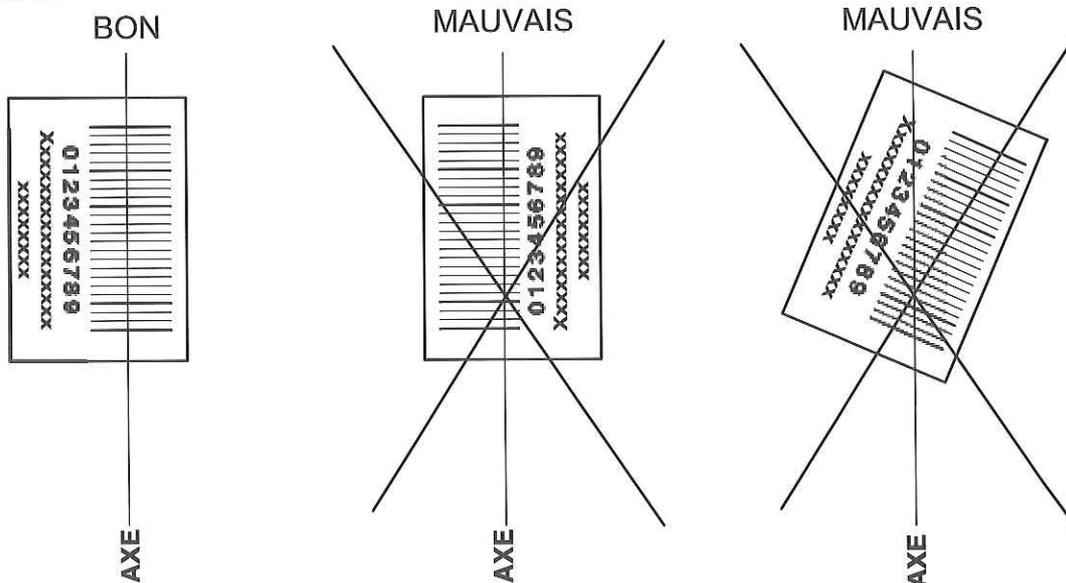
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 1) Vous devez coller dans la partie droite prévue à cet effet, **l'étiquette correspondant à l'épreuve que vous passez**, c'est-à-dire épreuve d'anglais (voir modèle ci-dessous).

POSITIONNEMENT DES ÉTIQUETTES

Pour permettre la lecture optique de l'étiquette, positionner celle-ci **en position verticale** avec les chiffres d'identification à **gauche** (le trait vertical devant traverser la totalité des barres de ce code).

EXEMPLES :



- 2) Pour remplir ce QCM, vous devez utiliser un **STYLO BILLE** ou une **POINTE FEUTRE** de couleur **NOIRE** et **ATTENTION** vous devez noircir complètement la case en vue de la bonne lecture optique de votre QCM.
- 3) Utilisez le sujet comme brouillon et ne retranscrivez vos réponses qu'après vous être relu soigneusement.
- 4) Votre QCM ne doit pas être souillé, froissé, plié, écorné ou porter des inscriptions superflues, sous peine d'être rejeté par la machine et de ne pas être corrigé.

Tournez la page S.V.P.

- 5) Le sujet comporte 80 questions. Vous devez donc porter vos réponses sur les lignes numérotées de 1 à 80. **N'utilisez en aucun cas les lignes numérotées de 81 à 100.** Veillez à bien porter vos réponses sur la ligne correspondant au numéro de la question.

Dans cette épreuve, **chaque question ne comporte qu'une seule bonne réponse** ; ne noircissez donc jamais 2 cases, il vous serait attribué automatiquement zéro pour cette question.

Les extraits ci-dessous abordent des thèmes divers tirés de l'actualité. Pour chaque phrase numérotée, vous devez choisir le mot ou l'expression correcte et noircir la case correspondante sur la feuille de réponses.

Dachau concentration camp gate found two years after it was stolen

An iron gate with the (1) _____ “Arbeit macht frei” (work will set you free) that was stolen from the former Nazi concentration camp in Dachau two years ago (2) _____ found in Norway, police say.

“Due to an anonymous tipoff, police in Norway’s Bergen have secured an iron gate with the well-known text,” Bavaria state police said on Friday. “(3) _____ the picture transmitted, police believe it is highly likely that this is the iron gate that was stolen from Dachau.”

The theft of the 100kg (220lb) gate was reported on 2 November 2014, sparking uproar, with Germany’s chancellor, Angela Merkel, (4) _____ it “appalling”.

The Dachau camp, just a few miles from Munich, opened in 1933, less than two months after Adolf Hitler (5) _____ chancellor. It was first used to incarcerate political prisoners, but (6) _____ the second world war it became a death camp where more than 41,000 Jews were slaughtered before US troops (7) _____ it on 29 April 1945.

Another sign with the same inscription at Auschwitz was stolen in 2009. The mastermind of that theft, the Swedish neo-Nazi Anders Höglström, was caught and (8) _____ for two-and-a-half years.

The metal sign was (9) _____ recovered cut up into three pieces. A replica was displayed above the entrance (10) _____ it was restored in 2011.

- | | | | | |
|----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 1 A) epithet | B) proverb | C) slogan | D) advice | E) order |
| 2 A) is | B) were | C) has been | D) have been | E) will be |
| 3 A) According | B) Looking | C) Within | D) Behind | E) From |
| 4 A) calling | B) naming | C) stating | D) saying | E) telling |
| 5 A) becomes | B) became | C) has become | D) becoming | E) to become |
| 6 A) while | B) during | C) after | D) meanwhile | E) ongoing |
| 7 A) conquered | B) overtook | C) occupied | D) released | E) liberated |
| 8 A) sentenced | B) convicted | C) arrested | D) jailed | E) punished |
| 9 A) possibly | B) probably | C) eventually | D) hopefully | E) hardly |
| 10 A) until | B) after | C) during | D) up to | E) after that |

Four of world's biggest cities to ban diesel cars from their centres

Four of the world's biggest cities are to ban diesel vehicles from their centres (11) _____ the next decade, as a means of tackling air pollution, with campaigners urging other city leaders to follow (12) _____.

The mayors of Paris, Madrid, Athens and Mexico City announced plans on Friday to take diesel cars and vans off (13) _____ roads by 2025.

Anne Hidalgo, mayor of Paris, led the initiative at the C40 conference of mayors on climate change, (14) _____ place in Mexico this week. She said: "Mayors have already stood up to say that climate change is one of the greatest challenges we (15) _____. Today, we also stand up to say we no longer tolerate air pollution and the health problems and deaths it causes, particularly for our (16) _____ vulnerable citizens."

"Soot from diesel vehicles is among the big contributors to ill health and global warming," added Helena Molin Valdés, head of the United Nations' climate and clean air coalition, noting that (17) _____ than nine out of 10 people around the globe live where air pollution exceeds World Health Organisation safety limits.

Miguel Ángel Mancera, mayor of Mexico City, said increasing investments in public transport (18) _____ also help clean the city's air, and (19) _____ greenhouse gas emissions. Giorgos Kaminis, mayor of Athens, said his goal was to (20) _____ all cars from the city centre. The city authorities will also work with national governments and manufacturers, and promote electric vehicles and cleaner transport.

- 11 A) between B) within C) among D) around E) along
- 12 A) suit B) leader C) behind D) forward E) through
- 13 A) its B) his C) her D) our E) their
- 14 A) take B) takes C) taking D) took E) taken
- 15 A) achieve B) lay down C) fight D) realize E) face
- 16 A) much B) less C) most D) least E) lesser
- 17 A) less B) more C) most D) least E) many
- 18 A) can B) must C) have to D) might E) would
- 19 A) raise B) increase C) reduce D) decline E) deteriorate
- 20 A) raise B) sack C) dismiss D) remove E) disappear

The 11.7-year itch: How marriage is lasting longer as divorce rates plunge

Some might say it just seems longer. But (21) _____ figures suggest that British marriages really are lasting longer than a generation ago. The latest analysis from the Office for National Statistics (ONS) shows that divorce - (22) _____ measured as a rate and a total number - fell to the (23) _____ level for 40 years in 2014.

Overall 111,169 couples in England and Wales divorced in 2014, a fall of 3.1 per cent in a year and as much as 27 per cent in just over a decade. The divorce rate has also dropped (24) _____ around 30 per cent in a decade, for both men and women, to reach 9.3 per thousand married people. It continues a downward trend seen in (25) _____ years.

Divorce lawyers and analysts said the fall (26) _____ divorce rates appears, perhaps ironically, to reflect the overall shift away from marriage, with more couples choosing to cohabit at least initially. The argument is that those who do then marry are more (27) _____ to stay together.

One family lawyer said cohabitation appeared to be operating as a form of “natural selection” for relationships, with only the fittest surviving into marriage and (28) _____.

And (29) _____ to the latest figures, even those marriages which ultimately end in divorce are lasting longer than in the past. The median duration of such a marriage (30) _____ at 11.7 years in 2014, compared with 9.6 years in 1995 and 8.9 years a decade before that.

- | | | | | |
|-----------------|---------------|---------------|-------------|----------------|
| 21 A) official | B) unofficial | C) formal | D) informal | E) statistical |
| 22 A) together | B) both | C) joint | D) twin | E) relative |
| 23 A) higher | B) highest | C) lower | D) lowest | E) average |
| 24 A) for | B) by | C) in | D) at | E) under |
| 25 A) later | B) last | C) current | D) before | E) recent |
| 26 A) for | B) by | C) in | D) at | E) under |
| 27 A) probable | B) possible | C) definite | D) likely | E) destined |
| 28 A) beyond | B) further | C) continuing | D) extended | E) prolonged |
| 29 A) following | B) related | C) according | D) attached | E) announced |
| 30 A) increased | B) reduced | C) rose | D) fell | E) stood |

End of the supermarket queue? Amazon opens shop with no tills or cashiers

Long queues at the supermarket could soon become a (31) _____ memory after Amazon unveiled a grocery store without tills or barcode scanners. The internet retailer has opened a grocery store in (32) _____ shoppers only have to scan their smartphone upon entry, with purchases automatically charged to a credit card when they leave the store.

The shop has a network of CCTV cameras and pressure sensors to detect when visitors have taken something off the shelves, at which point it (33) _____ to their virtual shopping basket. When they exit the store, their purchases are charged directly to the shopper's online Amazon account, (34) _____ the need to wait at the till.

The company said the "Amazon Go" stores (35) _____ in development for four years. It has opened the first outlet - an 1,800 square foot food store near its Seattle headquarters. The shops use machine vision technology to identify which shoppers take which items. When something is taken off a shelf, a pressure sensor is activated and cameras in the store identify which shopper (36) _____ the product in question.

Unlike the pressure sensors at many hotel minibars, which charge people as soon as they are triggered, consumers (37) _____ remove an item from their basket and put it back on the shelf without being charged. To prevent shoplifters, the store has gates on the front, and shoppers must scan a code with a smartphone app to (38) _____ entry.

(39) _____ best known for online retail, Amazon has opened a number of bricks and mortar bookstores in the US in recent years. The "Go" store is currently open only to Amazon employees but (40) _____ open to the public next year.

- 31 A) near B) far C) distant D) approaching E) diverging
- 32 A) where B) which C) who D) whose E) that
- 33 A) adds B) added C) is added D) is adding E) was adding
- 34 A) regarding B) regardless C) within D) without E) concerning
- 35 A) has been B) hasn't been C) to be D) had been E) hadn't been
- 36 A) had taken B) hadn't taken C) would take D) has taken E) hasn't taken
- 37 A) should B) must C) can D) have to E) would
- 38 A) break B) gain C) no D) achieve E) maintain
- 39 A) However B) Therefore C) So D) Because E) Although
- 40 A) going to B) will C) would D) planned E) can

Children's headphones may carry risk of hearing loss

These days, even 3-year-olds wear headphones, and (41) _____ the holidays approach, retailers are well stocked with brands that claim to be "safe for young ears" or to deliver "100 percent safe listening." The devices limit the volume at which sound can be played; parents rely on them to prevent children (42) _____ blasting, say, Rihanna at hazardous levels that could lead to hearing loss.

But a new (43) _____ by The Wirecutter, a product recommendations website owned by The New York Times, has found that half of 30 sets of children's headphones tested did not restrict volume to the promised limit. The worst headphones produced sound (44) _____ loud that it could be hazardous to ears in minutes.

"These are terribly important findings," said Cory Portnuff, a pediatric audiologist at the University of Colorado Hospital who was not involved in the analysis. "(45) _____ are making claims that aren't accurate.

The new analysis should be a (46) _____ call to parents who thought volume-limiting technology offered (47) _____ protection, said Dr. Blake Papsin, the chief otolaryngologist at the Hospital for Sick Children in Toronto. "Headphone manufacturers aren't interested in the health of your child's ears," he said. "They are interested in selling products, and some of them are not (48) _____ for you."

Half of eight to twelve-year-olds listen to music daily, and nearly two thirds of teenagers do the same, according to a 2015 report with more than 2,600 (49) _____. Safe listening is a function of both volume and duration: The louder a sound, the (50) _____ time you should listen to it. It's not a linear relationship. Eighty decibels is twice as loud as 70 decibels, and 90 decibels is four times louder.

- | | | | | |
|--------------------|---------------|------------------|-----------------|-------------|
| 41 A) while | B) as | C) for | D) meanwhile | E) so |
| 42 A) with | B) without | C) to | D) from | E) for |
| 43 A) research | B) researches | C) analyze | D) analyses | E) analysis |
| 44 A) so | B) such | C) very | D) extremely | E) a lot |
| 45 A) Societies | B) Recordings | C) Manufacturers | D) Constructors | E) Builders |
| 46 A) warning | B) serious | C) wake-up | D) tell-tale | E) take-off |
| 47 A) audible | B) adequate | C) inaudible | D) inadequate | E) medical |
| 48 A) worst | B) worse | C) best | D) better | E) good |
| 49 A) participants | B) surveys | C) members | D) adherents | E) samples |
| 50 A) more | B) most | C) much | D) less | E) least |

Angela Merkel calls for ban on full-face veils in Germany

To loud applause, Chancellor Angela Merkel told her party members on Tuesday that Germany should ban full-face veils “wherever legally possible” and that it (51) _____ not tolerate any application of Shariah law over German justice.

Accepting her party’s (52) _____ as its candidate for another four-year term, the chancellor used the moment to broaden her stance on banning the veil, trying to deflect challenges from far-right forces that have made some of their deepest gains (53) _____ World War II.

In welcoming nearly one million asylum seekers to Germany a year ago, Ms. Merkel (54) _____ as a powerful voice for tolerance across a Europe gripped by anxiety over (55) _____ of arriving migrants and fears of terrorism.

Now, as anti-immigrant parties have advanced at the (56) _____ of mainstream parties, including her own, Ms. Merkel tried a tricky balancing act between holding fast to western values and tilting farther right to (57) _____ being outflanked by populist challengers.

In the 80 minute (58) _____, she repeated the same catalog of beliefs in freedom and equal treatment she had made as an implicit criticism of President-elect Donald J. Trump, but also stiffened her position on the veil and suggested that Germany would be more cautious in (59) _____ migrants in the future.

In a clear nod to criticism that the state had appeared to lose control over its (60) _____, the chancellor opened her speech to the annual conference of her Christian Democratic Union with a promise that such a situation “cannot be repeated.”

- | | | | | |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 51 A) would | B) can | C) could | D) ought | E) might |
| 52 A) calling | B) naming | C) calling | D) nomination | E) presenting |
| 53 A) after | B) during | C) from | D) for | E) since |
| 54 A) arrived | B) announced | C) emerged | D) elected | E) embarked |
| 55 A) trickles | B) waves | C) lines | D) drifts | E) breezes |
| 56 A) expense | B) cost | C) price | D) bill | E) invoice |
| 57 A) negate | B) eliminate | C) prevent | D) avoid | E) make sure |
| 58 A) rhetoric | B) discourse | C) statement | D) speech | E) slogan |
| 59 A) deporting | B) importing | C) excluding | D) including | E) welcoming |
| 60 A) regions | B) borders | C) areas | D) sectors | E) lands |

Brexit deadlock could halt flights to Europe, warns Ryanair boss

Political deadlock over Brexit could halt flights between the UK and Europe, according to the chief executive of Ryanair, (61) _____ warned that Britain's aviation industry is being "walked off a cliff" by the government. Michael O'Leary said that "mildly lunatic optimism" on the (62) _____ of the government was masking the risks the UK faced from leaving the EU, with an assumption that it could quickly negotiate new bilateral agreements.

O'Leary said it was a "plausible risk" that no bilateral deal for the airline industry would be (63) _____ in time. "Everyone is underestimating in the UK the political situation in Europe. You can see a set of (64) _____ on the day of Brexit when nobody is flying between the UK and Europe. Even interim arrangements have to be (65) _____ by the European parliament."

At the Airport Operators Association conference in London, O'Leary lambasted ministers for acting "like Dad's Army". He said: "These guys have no idea (66) _____ they're going for the next two years and the problem is that in the absence of any discussions with the Europeans on Brexit they're all talking to themselves. "They haven't got a (67) _____. There is no prospect of an interim deal. "If you listen to the Germans, the Dutch or the French you're going to get screwed into the floor."

Speaking on Monday at the conference, transport secretary Chris Grayling (68) _____ an assurance that aviation would be "prioritised" in Brexit negotiations. But O'Leary said that a meeting last week between industry leaders, including Ryanair, the Brexit minister David Davis and aviation minister Lord Ahmad, had confirmed his (69) _____ for the sector. "The European airports have seen this as an opportunity to win more business away from the UK. (70) _____ there's some significant change the UK is going to walk itself off a cliff."

- | | | | | |
|----------------|----------------|--------------|------------------|---------------|
| 61 A) that | B) which | C) who | D) where | E) what |
| 62 A) behalf | B) statement | C) policy | D) part | E) reaction |
| 63 A) arriving | B) departing | C) achieving | D) forthcoming | E) succeeding |
| 64 A) facts | B) backgrounds | C) events | D) circumstances | E) cases |
| 65 A) approved | B) regulated | C) elected | D) cancelled | E) postponed |
| 66 A) why | B) what | C) who | D) when | E) where |
| 67 A) idea | B) notion | C) concept | D) dream | E) clue |
| 68 A) made | B) gave | C) held | D) promised | E) outlined |
| 69 A) scares | B) fears | C) phobias | D) terrors | E) shocks |
| 70 A) Although | B) However | C) Unless | D) Without | E) If |

Dozens dead and many missing after quake strikes Aceh province

Many buildings have been flattened and almost 100 people killed after an undersea earthquake struck (71) _____ the coast of Aceh province in northern Indonesia, the site of the (72) _____ quake and tsunami in 2004. Residents were sent (73) _____ into the streets after the 6.5-magnitude quake struck at about 5am local time (10pm GMT Tuesday), and remain reluctant to return home amid fears of (74) _____.

The US Geological Survey (75) _____ the quake at a depth of just 8.2km, 19km south-east of the coastal town of Sigli. Buildings shook in the provincial capital Banda Aceh. No tsunami warning was issued, but at least five aftershocks (76) _____ in the hours after the initial quake, the Indonesian disaster management agency said.

The death toll began at 25 and continued to (77) _____ throughout Wednesday. At 4pm local time, Aceh army chief Major General Tatang Sulaiman said the toll (78) _____ to 97 as more bodies were pulled from the rubble.

Indonesian search and (79) _____ teams used earth movers to clear debris, pulling at least four people out of the wreckage alive. Maj Gen Sulaiman said another "four or five" remained under the rubble, though it was unclear (80) _____ they were alive or dead. Earlier Khairul Nova, an official at the Aceh search and rescue agency, said: "Dozens are missing but we don't have accurate data on the total yet." Aceh, on the northern tip of Sumatra island, was devastated by a massive 9.2-magnitude earthquake and tsunami centred on its western coast near the provincial capital, Banda Aceh, on 26 December 2004.

- 71 A) on B) off C) in D) out of E) between
- 72 A) destroying B) devious C) devastating D) disaster E) determining
- 73 A) run B) to run C) running D) for running E) ran
- 74 A) aftershocks B) jolts C) turbulence D) shaking E) vibration
- 75 A) judged B) evaluated C) targeted D) specified E) measured
- 76 A) felt B) have felt C) feeling D) were felt E) had felt
- 77 A) rise B) fall C) raise D) reduce E) balance
- 78 A) has jumped B) had jumped C) is jumping D) was jumping E) jumps
- 79 A) relief B) release C) rehabilitate D) rescue E) retire
- 80 A) either B) whether C) whereas D) which E) why