

2016



Annales concours EPL/S 2016



La référence aéronautique

www.enac.fr →

**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.

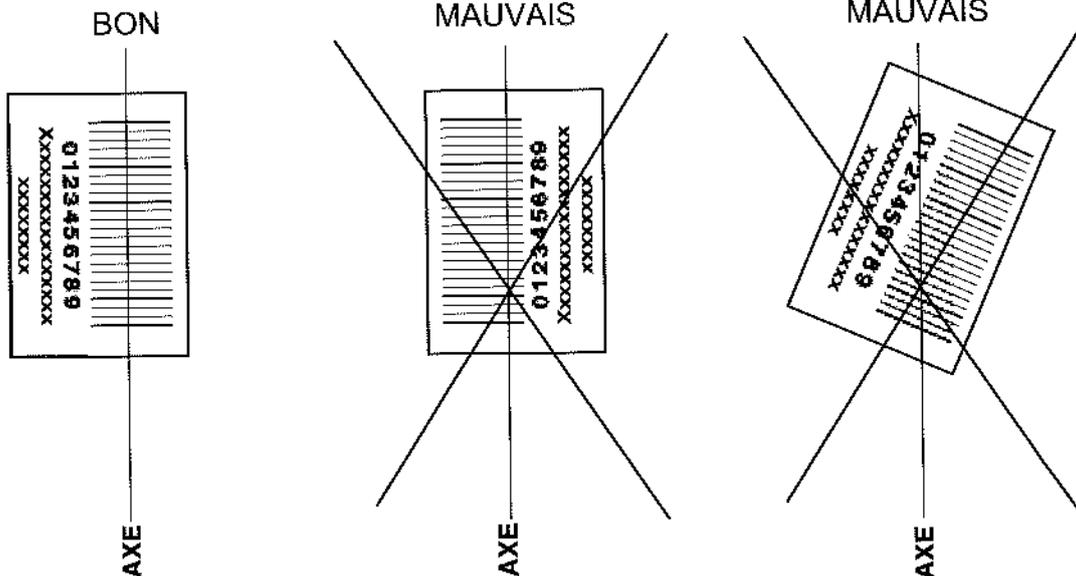
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 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 5

6 à 8

9 à 11

12 à 15

16 à 18

19 à 24

25 à 27

28 à 31

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

Soient x et y deux réels tels que $0 < x \leq y$. On pose $m = \frac{x+y}{2}$, $g = \sqrt{xy}$ et $\frac{1}{h} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{y} \right)$.

On a :

- A) $m - x \leq 0$
- B) $m - x \geq 0$
- C) $m - y \leq 0$
- D) $m - y \geq 0$

Question 2

La quantité g vérifie :

- A) $g - x \geq 0$
- B) $g - y \geq 0$
- C) $g - x \leq 0$
- D) $g - y \leq 0$

Question 3

La quantité h vérifie :

- A) $h - x \leq 0$
- B) $h - y \geq 0$
- C) $h - x \geq 0$
- D) $h - y \leq 0$

Question 4

Les quantités m, g, h vérifient :

- A) $m - g \leq 0$
- B) $h - g \geq 0$
- C) $m - h \geq 0$
- D) $h - m \geq 0$

Question 5

On en déduit enfin :

- A) $x \leq m \leq g \leq h \leq y$
- B) $x \leq h \leq g \leq m \leq y$
- C) $x \leq g \leq m \leq h \leq y$
- D) $x \leq m \leq h \leq g \leq y$

PARTIE II

Question 6

Soit $z = e^{\frac{2i\pi}{5}}$. On pose $\alpha = z + z^4$ et $\beta = z^2 + z^3$. On montre :

- A) $\alpha + \beta = 1$
- B) $\alpha + \beta = -1$
- C) $\alpha\beta = 1$
- D) $\alpha\beta = -1$

Question 7

Les nombres α et β sont les racines du trinôme du second degré :

- A) $X^2 + X - 1$
- B) $X^2 - X - 1$
- C) $X^2 + X + 1$
- D) $X^2 - X + 1$

Question 8

On déduit des résultats précédents :

- A) $\cos \frac{2\pi}{5} = \frac{\sqrt{5}-1}{2}$ et $\sin \frac{2\pi}{5} = \frac{\sqrt{\sqrt{5}-1}}{2}$
- B) $\cos \frac{4\pi}{5} = \frac{-\sqrt{5}-1}{4}$ et $\sin \frac{4\pi}{5} = \frac{1}{4}\sqrt{10+2\sqrt{5}}$
- C) $\cos \frac{6\pi}{5} = \frac{\sqrt{5}-1}{4}$ et $\sin \frac{6\pi}{5} = \frac{1}{4}\sqrt{10-2\sqrt{5}}$
- D) $\cos \frac{8\pi}{5} = \frac{\sqrt{5}-1}{4}$ et $\sin \frac{8\pi}{5} = -\frac{1}{4}\sqrt{10-2\sqrt{5}}$

PARTIE III

Question 9

Soit $I_k = \int_0^1 \frac{x^k}{\sqrt{1+x^2}} dx$, $\forall k \in \mathbb{N}$. On a :

A) $I_0 = \ln(1+\sqrt{2})$

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

C) $I_1 = \frac{2}{3}(1-2\sqrt{2})$

D) $I_1 = 1-\sqrt{2}$

Question 10

Une intégration par parties permet d'exhiber la relation de récurrence :

A) $kI_k = \sqrt{2} + (k-1)I_{k-2}$

B) $kI_k = \sqrt{2} - (k-1)I_{k-2}$

C) $kI_k = -\sqrt{2} + (k-1)I_{k-2}$

D) $kI_k = -\sqrt{2} - (k+1)I_{k-2}$

Question 11

On en déduit :

A) $I_2 = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{e^{\sqrt{2}}}{1+\sqrt{2}}\right)$

B) $I_3 = \frac{2-\sqrt{2}}{3}$

C) $I_2 = \frac{\sqrt{2} + \ln(1+\sqrt{2})}{2}$

D) $I_3 = \sqrt{2} - \frac{2}{3}$

PARTIE IV

Question 12 :

On considère le système linéaire (S):

$$\begin{cases} 3x + y = 8 \\ -2x + y - 2z = -1 \\ x - 2y + 3z = -3 \end{cases}$$

Ce système s'écrit de façon matricielle $AX = B$, avec :

A) $A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ -2 & 1 & -2 \\ 1 & -2 & 3 \end{pmatrix}$, $X = (x \ y \ z)$ et $B = (8 \ -1 \ -3)$

B) $A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ -2 & 1 & -2 \\ 1 & -2 & 3 \end{pmatrix}$, $X = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 8 \\ -1 \\ -3 \end{pmatrix}$

C) $A = \begin{pmatrix} 3 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \\ 0 & -2 & 3 \end{pmatrix}$, $X = (x \ y \ z)$ et $B = (8 \ -1 \ -3)$

D) $A = \begin{pmatrix} 3 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \\ 0 & -2 & 3 \end{pmatrix}$, $X = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 8 \\ -1 \\ -3 \end{pmatrix}$

Question 13 :

Le déterminant de la matrice A vaut :

- A) 0, car un des coefficients de la matrice A est nul
- B) 1
- C) 0, car la somme des coefficients d'une ligne ou d'une colonne de la matrice A est nulle
- D) 25

Question 14 :

Le système (S) :

- A) possède une infinité de solutions
- B) admet pour unique solution $(x, y, z) = (1, 5, 2)$
- C) n'admet pas de solutions dans \mathbb{R}^3
- D) admet pour unique solution $(x, y, z) = \left(2, 2, -\frac{1}{2}\right)$

Question 15 :

L'inverse A^{-1} de la matrice A :

A) n'existe pas puisque A n'est pas inversible

B) vaut $A^{-1} = \frac{1}{25} \begin{pmatrix} -1 & 4 & 3 \\ -3 & 9 & 7 \\ -2 & 6 & 5 \end{pmatrix}$

C) vaut $A^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & -\frac{1}{2} & 1 \\ 1 & 1 & -\frac{1}{2} \\ 0 & -\frac{1}{2} & \frac{1}{3} \end{pmatrix}$

D) vaut $A^{-1} = \begin{pmatrix} -1 & -3 & -2 \\ 4 & 9 & 6 \\ 3 & 7 & 5 \end{pmatrix}$

PARTIE V

Soit $\theta \in]-\pi; \pi[$. On considère le nombre complexe $z = 1 + \cos \theta + i \sin \theta$

Question 16 :

Le module de z vaut :

- A) $|z| = \sqrt{2 + 2 \cos \theta}$
- B) $|z| = 2$
- C) $|z| = 2 \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)$
- D) $|z| = \sqrt{2} + \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)$

Question 17 :

Un argument α de z vérifie :

- A) $\alpha = \frac{\theta}{2} + 2k\pi, k \in \mathbb{Z}$
- B) $\alpha = \frac{\theta}{2} + k\pi, k \in \mathbb{Z}$
- C) $\tan \alpha = \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$
- D) $\tan \alpha = \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) + k\pi, k \in \mathbb{Z}$

Question 18 :

On obtient ainsi :

- A) $z = 2 \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) e^{i\frac{\theta}{2}}$
- B) $z = 2 \left| \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \right| e^{-i\frac{\theta}{2}}$
- C) $z = 2 \left| \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \right| \left(\cos\left|\frac{\theta}{2}\right| + i \sin\left|\frac{\theta}{2}\right| \right)$
- D) $z = 2 \cos^2\left(\frac{\theta}{2}\right) \left(1 + i \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) \right)$

PARTIE VI

Soient a et b des réels vérifiant, pour tout $k \in \mathbb{Z}$: $a \neq \frac{\pi}{2} + k\pi$, $b \neq \frac{\pi}{2} + k\pi$, $a + b \neq \frac{\pi}{2} + k\pi$,

$$a - b \neq \frac{\pi}{2} + k\pi.$$

Question 19

On a :

$$\text{A) } \tan(a+b) = \frac{\tan a + \tan b}{1 + \tan a \tan b}$$

$$\text{B) } \tan(a-b) = \frac{\tan a + \tan b}{1 + \tan a \tan b}$$

$$\text{C) } \tan(a+b) = \frac{\tan a + \tan b}{1 - \tan a \tan b}$$

$$\text{D) } \tan(a-b) = \frac{\tan a - \tan b}{1 - \tan a \tan b}$$

Question 20

En posant $\theta = \arctan \frac{1}{5}$, on en déduit :

$$\text{A) } \tan(2\theta) = \frac{5}{13}$$

$$\text{B) } \tan(2\theta) = \frac{5}{12}$$

$$\text{C) } \tan(4\theta) = \frac{65}{97}$$

$$\text{D) } \tan(4\theta) = \frac{119}{120}$$

Question 21

On obtient alors :

$$\text{A) } \tan\left(4\theta - \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{81}{16}$$

$$\text{B) } \tan\left(4\theta - \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{1}{239}$$

$$\text{C) } \tan\left(4\theta - \frac{\pi}{4}\right) = -\frac{16}{81}$$

$$\text{D) } \tan\left(4\theta - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{239}$$

Question 22

On a :

- A) Pour tout $x \in \mathbb{R}$, $\arctan(\tan x) = x$
- B) $\arctan(\tan x) = x$ uniquement si $x \in \left] -\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2} \right[$
- C) Pour tout $x \in \mathbb{R}$, $\tan(\arctan x) = x$
- D) $\tan(\arctan x) = x$ uniquement si $x \in \left] -\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2} \right[$

Question 23

On déduit des résultats précédents :

- A) $\frac{\pi}{4} = 4 \arctan \frac{1}{5} + \arctan \frac{1}{239}$
- B) $\frac{\pi}{4} = 4 \arctan \frac{1}{5} - \arctan \frac{1}{239}$
- C) $\frac{\pi}{4} = 4 \arctan \frac{1}{5} + \arctan \frac{81}{16}$
- D) $\frac{\pi}{4} = 4 \arctan \frac{1}{5} - \arctan \frac{16}{81}$

Question 24

En posant $\varphi = \arctan \frac{1}{2}$ et en calculant $\tan\left(\varphi - \frac{\pi}{4}\right)$ puis $\tan\left(2\varphi - \frac{\pi}{4}\right)$, on obtient :

- A) $\frac{\pi}{4} = \arctan \frac{1}{2} + \arctan \frac{1}{3}$
- B) $\frac{\pi}{4} = \arctan \frac{1}{2} - \arctan \frac{1}{3}$
- C) $\frac{\pi}{4} = 2 \arctan \frac{1}{2} + \arctan \frac{1}{7}$
- D) $\frac{\pi}{4} = 2 \arctan \frac{1}{2} - \arctan \frac{1}{7}$

PARTIE VII

Dans une entreprise deux ateliers fabriquent les mêmes pièces. L'atelier n°1, mieux équipé, a une cadence de production deux fois plus rapide que l'atelier n°2. Le pourcentage de pièces défectueuses est 3% pour l'atelier n°1 et 4% pour l'atelier n°2. On prélève au hasard une pièce dans l'ensemble de la production.

Question 25

La probabilité qu'une pièce provienne de l'atelier 1 est :

A) $p(A_1) = \frac{2}{3}$

B) $p(A_1) = \frac{4}{7}$

La probabilité qu'une pièce provienne de l'atelier 2 est :

C) $p(A_2) = \frac{2}{3}$

D) $p(A_2) = \frac{3}{7}$

Question 26

La probabilité qu'une pièce provienne de l'atelier 1 et soit défectueuse est :

A) $p_1 = \frac{3}{100}$

B) $p_1 = \frac{1}{60}$

La probabilité qu'une pièce provienne de l'atelier 2 et soit défectueuse est :

C) $p_2 = \frac{4}{100}$

D) $p_2 = \frac{1}{75}$

Question 27

La probabilité qu'une pièce soit défectueuse est :

A) $p_3 = \frac{7}{200} = 0,035$

B) $p_3 = \frac{1}{30}$

La probabilité qu'une pièce provienne de l'atelier 1 sachant qu'elle est défectueuse est :

C) $p_4 = \frac{4}{7}$

D) $p_4 = \frac{5}{9}$

PARTIE VIII

Soit E l'espace vectoriel des fonctions polynômes de degré inférieur ou égal à 2, pour lequel l'application

$$\Psi: E \rightarrow \mathbb{R}$$

$$(P, Q) \mapsto \int_{-1}^1 P(t)Q(t)dt$$

définit un produit scalaire sur E . On considère la base (P_0, P_1, P_2) de E , où $P_0(t) = 1$, $P_1(t) = t$ et $P_2(t) = t^2$.

Question 28

En posant $Q_0(t) = P_0(t)$, une base orthogonale de E est (Q_0, Q_1, Q_2) avec :

A) $Q_1(t) = t$

B) $Q_1(t) = t + 1$

C) $Q_2(t) = t^2 - \frac{t}{2} - \frac{1}{3}$

D) $Q_2(t) = t^2 - \frac{1}{3}$

Question 29

La base orthonormée associée est alors (R_0, R_1, R_2) avec :

A) $R_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2}}$, et $R_1(t) = \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{(t+1)}{2}$

B) $R_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2}}$, et $R_1(t) = t\sqrt{\frac{3}{2}}$

C) $R_2(t) = \frac{3\sqrt{10}}{4} \left(t^2 - \frac{1}{3} \right)$

D) $R_2(t) = 3\sqrt{\frac{10}{31}} \left(t^2 - \frac{t}{2} - \frac{1}{3} \right)$

Question 30

En posant $S_0(t) = P_2(t)$, une base orthogonale de E est (S_0, S_1, S_2) avec :

A) $S_1(t) = t$

B) $S_1(t) = t - \frac{5}{4}t^2$

C) $S_2(t) = 1 - \frac{5}{3}t^2$

D) $S_2(t) = t^2 - \frac{1}{3}$

Question 31

La base orthonormée associée est alors (T_0, T_1, T_2) avec :

A) $T_0(t) = \sqrt{\frac{5}{2}}t^2$, et $T_1(t) = 2\sqrt{\frac{6}{31}}\left(t - \frac{5}{4}t^2\right)$

B) $T_0(t) = \sqrt{\frac{5}{2}}t^2$, et $T_1(t) = t\sqrt{\frac{3}{2}}$

C) $T_2(t) = \frac{3\sqrt{2}}{4}\left(1 - \frac{5}{3}t^2\right)$

D) $T_2(t) = \frac{3\sqrt{10}}{4}\left(t^2 - \frac{1}{3}\right)$

PARTIE IX

Equations : les questions 32 à 36 peuvent être traitées de façon indépendante.

Question 32

L'équation $\sin 4x + \sin 3x = \sin x$ admet pour solutions :

- A) $S = \left\{ \pi + 2k\pi; -\pi + 2k\pi; \frac{2k\pi}{3}; \frac{\pi}{4} + k\frac{\pi}{2}, \text{ avec } k \in \mathbb{Z} \right\}$
- B) $S = \left\{ \pi + 4k\pi; -\pi + 4k\pi; \frac{k\pi}{3}; \frac{\pi}{4} + k\frac{\pi}{2}, \text{ avec } k \in \mathbb{Z} \right\}$
- C) $S = \left\{ \pi + 4k\pi; -\pi + 2k\pi; \frac{2k\pi}{3}; \frac{\pi}{4} + k\frac{\pi}{4}, \text{ avec } k \in \mathbb{Z} \right\}$
- D) $S = \left\{ \pi + 2k\pi; -\pi + 4k\pi; \frac{2k\pi}{3}; \frac{\pi}{4} + k\frac{\pi}{2}, \text{ avec } k \in \mathbb{Z} \right\}$

Question 33

Les solutions de l'équation $\cos 3x + \sin 3x = \sqrt{2}$ sont :

- A) $x = \frac{\pi}{6} + \frac{2k\pi}{3}, k \in \mathbb{Z}$
- B) $x = \frac{\pi}{12} + \frac{2k\pi}{3}, k \in \mathbb{Z}$
- C) $x = \frac{\pi}{6} + \frac{k\pi}{3}, k \in \mathbb{Z}$
- D) $x = \frac{-7\pi}{12} + \frac{2k\pi}{3}, k \in \mathbb{Z}$

Question 34

Dans \mathbb{C} , l'équation $\sin z = 3$:

- A) admet des solutions de la forme $z = \frac{\pi}{2} + 2k\pi - i \ln(3 - 2\sqrt{2})$
- B) admet des solutions de la forme $z = \frac{\pi}{2} + 2k\pi - i \ln(3 + 2\sqrt{2})$
- C) admet des solutions de la forme $z = \frac{\pi}{2} + 2k\pi + i \ln(3 - 2\sqrt{2})$
- D) n'admet pas de solution

Question 35

Pour $a \in \mathbb{R}$, on considère le système d'équations :

$$(S) \begin{cases} ax + y + z = 1 \\ x + ay + z = a \\ x + y + az = a^2 \end{cases}$$

A) $\forall a \in \mathbb{R} \setminus \{-2\}$, le système (S) admet une solution unique

$$(x, y, z) = \left(-\frac{1+a}{2+a}, \frac{1}{a+2}, \frac{(a+1)^2}{a+2} \right)$$

B) Si $a = -2$, le système (S) admet une infinité de solutions

C) Si $a = 0$, alors tout $(x, y, z) \in \mathbb{R}^3$ est solution de (S)

D) Si $a = 1$, le système (S) admet une infinité de solutions

Question 36

Soit le système d'équations

$$(S) \begin{cases} x + y = \frac{\pi}{3} \\ \sin x + \sin y = \frac{1}{2} \end{cases}$$

Les solutions de (S) sont :

- A) $\left\{ \left(\frac{\pi}{2} + 2k\pi, -\frac{\pi}{6} + 2k\pi \right), k \in \mathbb{Z} \right\} \cup \left\{ \left(-\frac{\pi}{6} + 2k\pi, \frac{\pi}{2} + 2k\pi \right), k \in \mathbb{Z} \right\}$
- B) $\left\{ \left(\frac{\pi}{2} + 2k\pi, -\frac{\pi}{6} - \frac{2k\pi}{3} \right), k \in \mathbb{Z} \right\} \cup \left\{ \left(-\frac{\pi}{6} + \frac{2k\pi}{3}, \frac{\pi}{2} - 2k\pi \right), k \in \mathbb{Z} \right\}$
- C) $\left\{ \left(\frac{\pi}{2} + 2k\pi, -\frac{\pi}{6} - 2k\pi \right), k \in \mathbb{Z} \right\} \cup \left\{ \left(-\frac{\pi}{6} + 2k\pi, \frac{\pi}{2} - 2k\pi \right), k \in \mathbb{Z} \right\}$
- D) $\left\{ \left(\frac{\pi}{2} + 2k\pi, -\frac{\pi}{6} + \frac{2k\pi}{3} \right), k \in \mathbb{Z} \right\} \cup \left\{ \left(-\frac{\pi}{6} + \frac{2k\pi}{3}, \frac{\pi}{2} + 2k\pi \right), k \in \mathbb{Z} \right\}$

**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)
- 8 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.

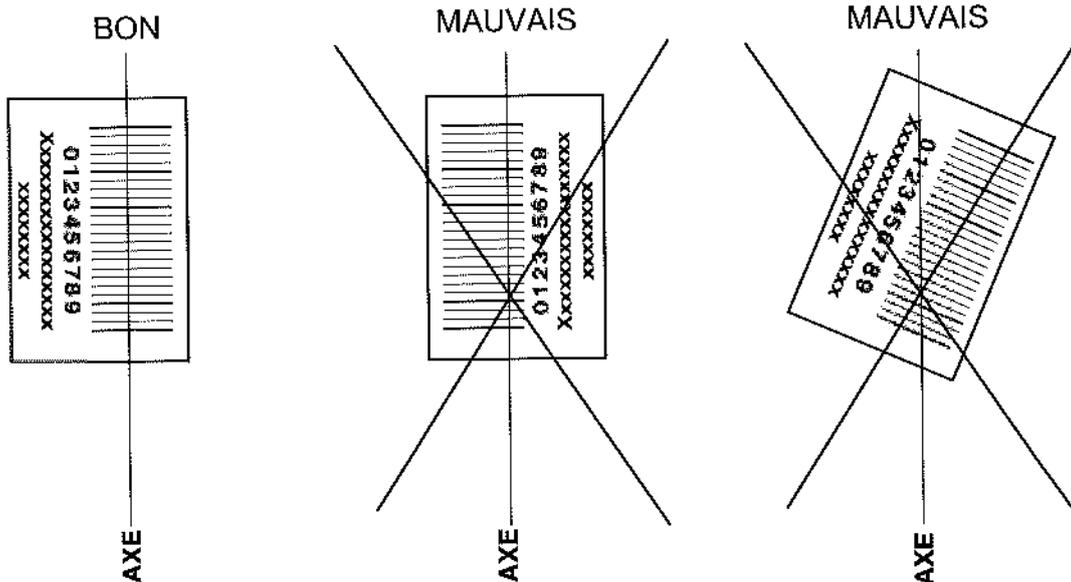
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

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

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

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

Champ magnétique : [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Gaz parfait : [7, 8, 9, 10, 11, 12]

Forces centrales : [13, 14, 15, 16, 17, 18]

Optique géométrique : [19, 20, 21, 22, 23, 24]

Particules chargées : [25, 26, 27, 28, 29, 30]

Physique quantique : [31, 32, 33, 34, 35, 36]

1. Une spire circulaire (diamètre D), d'axe de symétrie de révolution vertical Oz , est parcourue par un courant électrique stationnaire d'intensité I comme indiqué ci-dessous (Fig. 1). Dans le problème, on note e_z le vecteur unitaire porté par l'axe Oz .

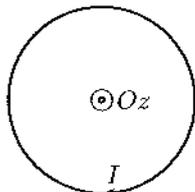


FIG. 1 – Spire circulaire parcourue par un courant électrique stationnaire d'intensité I

Quelles sont les affirmations exactes?

- A) La spire, parcourue par ce courant électrique, est source d'un champ magnétique.
 B) La spire, parcourue par ce courant électrique, est source d'un champ électrique.
 C) Le champ magnétique est une grandeur non vectorielle.
 D) La valeur d'un champ magnétique se mesure en tesla (T).
2. La spire fait partie d'une bobine de longueur $L = 2\text{ m}$, assimilée à un solénoïde infini, formée de 500 spires circulaires jointives identiques par unité de longueur. Ces dernières sont parcourues par un courant électrique stationnaire d'intensité $I = 100\text{ mA}$. Quelle est la valeur approximative de la norme du champ magnétique, en un point de l'axe de la bobine, lequel est donné par l'expression $B = \mu_0(NI/L)e_z$, où N est le nombre total de spires? On indique que $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$.
- A) 60 T B) 60 nT C) 60 μT D) 60 mT
3. Que vaut approximativement le rapport entre la valeur précédente et celle du champ magnétique produit par la Terre?
- A) 10^{-2} B) 1 C) 10^2 D) 10^4
4. Même question que précédemment mais pour le rapport entre la valeur du champ magnétique sur l'axe de la bobine et celle des champs magnétiques impliqués dans l'IRM (Imagerie par Résonance Magnétique)?
- A) 10^{-6} B) 10^{-3} C) 1 D) 10^3
5. Comment s'écrit le moment magnétique m de la spire circulaire? Préciser son unité dans le Système International (SI).
- A) $m = -\frac{\pi}{4} ID^2 e_z$; unité SI: $\text{A} \cdot \text{m}^2$ C) $m = -\frac{\pi}{4} ID e_z$; unité SI: $\text{A} \cdot \text{m}$
 B) $m = \pi ID^2 e_z$; unité SI: $\text{A} \cdot \text{m}^2$ D) $m = \frac{\pi}{4} ID e_z$; unité SI: $\text{A} \cdot \text{m}$

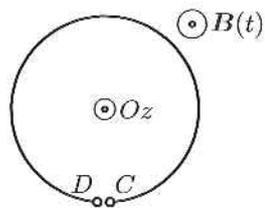


FIG. 2 - Spire circulaire plongée dans un champ magnétique variable $B(t)$

6. La spire circulaire n'est plus parcourue par un courant électrique mais elle est plongée dans un champ magnétique qui dépend du temps t selon la loi $B(t) = B_m \sin(\omega t) e_z$ (Fig. 2). On note Φ le flux du champ magnétique à travers la surface S de la spire.

Quelles sont les affirmations fausses?

- A) Il apparaît aux bornes C et D de la spire une force électromotrice proportionnelle à $\frac{d\Phi}{dt}$.
 - B) La force électromotrice aux bornes C et D de la spire est proportionnelle à B_m .
 - C) La force électromotrice aux bornes C et D de la spire est proportionnelle à la surface de la spire.
 - D) La force électromotrice aux bornes C et D est proportionnelle à ω .
-

Dix moles d'hélium, gaz supposé parfait, sont enfermées dans les conditions usuelles de température ($T \approx 300\text{ K}$) et de pression ($p \approx 10^5\text{ Pa}$) dans un cylindre hermétique aux parois diathermanes (qui permet les échanges d'énergie par transfert thermique) muni d'un piston qui peut coulisser sans frottement. Pour l'exercice, on donne la valeur approximative de la constante des gaz parfait, $R \approx 8\text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, et $\ln 2 \approx 0,7$.

7. Quel est le volume \mathcal{V} occupé par le gaz?

- A) $\mathcal{V} \approx 0,24\text{ m}^3$ B) $\mathcal{V} \approx 0,24\text{ L}$ C) $\mathcal{V} \approx 240\text{ L}$ D) $\mathcal{V} \approx 240\text{ m}^3$

8. Exprimer l'énergie interne U et l'enthalpie H du gaz. On note n le nombre de moles.

- A) $U = \frac{3}{2}nRT$ B) $U = \frac{5}{2}nRT$ C) $H = \frac{5}{2}nRT$ D) $H = \frac{7}{2}nRT$

9. On effectue la transformation qui consiste à enfoncer le piston très lentement, à température T constante, de sorte à diviser par deux le volume de gaz dans le cylindre. Que vaut alors la pression dans l'enceinte à la fin de la transformation?

- A) La pression vaut 10^5 Pa . C) La pression vaut $2 \times 10^5\text{ Pa}$.
 B) La pression vaut $5 \times 10^4\text{ Pa}$. D) On ne peut pas la déterminer.

10. Quel est le bilan énergétique et enthalpique de cette transformation?

- A) $\Delta U = 0$ et $\Delta H = 0$ C) $\Delta U < 0$ et $\Delta H > 0$
 B) $\Delta U > 0$ et $\Delta H < 0$ D) On ne peut rien dire *a priori*.

11. Que peut-on dire de la chaleur (ou transfert thermique) Q reçue par le gaz au cours de la transformation?

- A) $Q > 0$ B) $Q = 0$ C) $Q < 0$ D) $Q = \Delta H$

12. Que vaut environ le travail (ou transfert mécanique) W reçu par le gaz au cours de la transformation?

- A) $W \approx 1,7\text{ kJ}$ C) $W = 0$
 B) $W \approx -1,7\text{ kJ}$ D) On ne peut rien dire *a priori*.

Le satellite SMOS est en mouvement circulaire autour de la Terre (masse $M_T \approx 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, rayon $R_T \approx 6400 \text{ km}$) à une altitude h d'environ 700 km .

13. Quelles sont les affirmations fausses?
- A) Le moment cinétique du satellite se conserve.
 - B) Le satellite est soumis à un champ de force centrale.
 - C) Le mouvement du satellite s'effectue dans un plan.
 - D) Le mouvement du satellite s'effectue obligatoirement dans le plan équatorial.
14. Exprimer puis calculer la période de révolution T de SMOS. On donne la valeur approximative de la constante de Newton $G \approx 7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- A) $T = \left[\frac{4\pi^2}{GM_T} (R_T + h)^3 \right]^{1/2}$
 - B) $T \approx 60 \text{ s}$
 - C) $T = \left[\frac{4\pi^2}{GM_T} (R_T + h)^2 \right]^{1/3}$
 - D) $T \approx 6000 \text{ s}$
15. Exprimer la vitesse de satellisation v_s (vitesse sur une orbite circulaire) de SMOS.
- A) $v_s = \frac{GM_T}{R_T + h}$
 - B) $v_s = \left(\frac{GM_T}{R_T + h} \right)^{1/2}$
 - C) $v_s = \frac{GM_T}{h}$
 - D) $v_s = \left(\frac{GM_T}{h} \right)^{1/2}$
16. Calculer v_s puis déterminer la vitesse de libération v_l de SMOS?
- A) $v_s \approx 7 \text{ km s}^{-1}$
 - B) $v_s \approx 7000 \text{ km h}^{-1}$
 - C) $v_l = 2 v_s$
 - D) $v_l = \sqrt{2} v_s$
17. Quelle serait l'altitude h de SMOS si son orbite était géostationnaire?
- A) $h \approx 3600 \text{ km}$
 - B) $h \approx 360000 \text{ km}$
 - C) $h \approx 36000 \text{ km}$
 - D) $h \approx 42000 \text{ km}$
18. Par quelles relations l'énergie mécanique \mathcal{E}_m de SMOS est-elle reliée à son énergie cinétique \mathcal{E}_k et à son énergie potentielle \mathcal{E}_p ?
- A) $\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_k = \mathcal{E}_p$
 - B) $\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_k = \mathcal{E}_p/2$
 - C) $\mathcal{E}_m = -\mathcal{E}_k = \mathcal{E}_p/2$
 - D) On ne peut rien dire *a priori*

Une lentille mince L de centre optique O , de distances focales objet f_o et image f_i respectivement, plongée dans l'air (indice de réfraction ≈ 1), forme d'un objet ponctuel A_o une image ponctuelle conjuguée A_i . On donne les formules de conjugaison de Descartes et de Newton, ainsi que les grandissements transversaux G_t associés. Dans ces relations, F_o et F_i désignent respectivement les foyers principaux objet et image de la lentille.

$$\text{Formules de Descartes : } \frac{1}{\overline{OA_i}} - \frac{1}{\overline{OA_o}} = \frac{1}{f_i} \quad G_t = \frac{\overline{OA_i}}{\overline{OA_o}}$$

$$\text{Formules de Newton : } \overline{F_i A_i} \overline{F_o A_o} = f_i f_o \quad G_t = -\frac{\overline{F_i A_i}}{f_i} = -\frac{f_o}{\overline{F_o A_o}}$$

Dans tout l'exercice, on admet que les conditions de Gauss sont satisfaites.

19. Pour que les conditions de Gauss soient satisfaites en optique géométrique :
- Il suffit que les rayons lumineux soient proches de l'axe optique.
 - Il suffit que les rayons lumineux soient peu inclinés par rapport à l'axe optique.
 - Les rayons lumineux doivent être proches de l'axe optique et peu inclinés par rapport à ce dernier.
 - Les rayons lumineux doivent être proches de l'axe optique et très inclinés par rapport à ce dernier.
20. La lentille L , de vergence $V = -2,5\delta$, donne d'un objet une image réelle située à 40 cm du centre optique O . Quelles sont la position et la nature, réelle ou virtuelle, de l'objet ?
- L'objet est réel, situé à 60 cm de O .
 - L'objet est virtuel, situé à 60 cm de O .
 - L'objet est virtuel, situé à 20 cm de O .
 - L'objet est réel, situé à 20 cm de O .
21. Que vaut le grandissement transversal G_t ?
- $G_t = -3$
 - $G_t = -2$
 - $G_t = 2$
 - $G_t = 3$
22. On remplace la lentille L par une lentille L' convergente. On souhaite former d'un objet une image réelle située à 40 cm après le foyer image de la lentille convergente, avec un grandissement transversal négatif mais identique en valeur absolue à celui trouvé pour la lentille L précédente. Quelle vergence V' faut-il choisir ?
- $V' = 2,5\delta$
 - $V' = -5\delta$
 - $V' = -2,5\delta$
 - $V' = 5\delta$
23. Déterminer la nature, réelle ou virtuelle, de l'objet correspondant, ainsi que sa position par rapport au centre optique O de la lentille.
- L'objet est réel, situé à 30 cm de O .
 - L'objet est virtuel, situé à 10 cm de O .
 - L'objet est virtuel, situé à 30 cm de O .
 - L'objet est réel, situé à 10 cm de O .
24. La lentille précédente forme l'image réelle de la page d'un livre, laquelle, comme précédemment, se trouve à 40 cm après le foyer image de la lentille. Un lecteur observe cette image à son *punctum proximum* (25 cm). Quel est l'ordre de grandeur de la limite de résolution angulaire ϵ d'un œil normal ? En déduire une estimation de la taille h_{min} de la plus petite lettre, sur la page du livre, que le lecteur peut distinguer en utilisant la lentille.
- $\epsilon \approx 1'$
 - $\epsilon \approx 1''$
 - $h_{min} \approx 0,4\text{ mm}$
 - $h_{min} \approx 0,04\text{ mm}$

Un électron (masse $m_e \approx 10^{-30}$ kg) pénètre, avec un vecteur vitesse v_0 , dans une région où règnent un champ électrostatique E et un champ magnétostatique B uniformes, orthogonaux entre eux et à v_0 . Précisément, dans la base directe $\{e_x, e_y, e_z\}$ du repère cartésien $Oxyz$ (x , y et z sont les coordonnées cartésiennes de l'électron): $E = E e_x$, $B = B e_y$ et $v_0 = v_0 e_z$, E , B , et v_0 étant positifs.

L'origine O du repère cartésien est prise à l'endroit où l'électron pénètre dans la région des champs. La norme v_0 de sa vitesse est de $1\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Dans tout l'exercice, $e \approx 2 \times 10^{-19} \text{ C}$ désigne la charge électrique élémentaire.

25. On considère dans un premier temps que $B = 0$, de sorte que l'électron n'est soumis qu'au champ électrique E . Quelle est l'équation vectorielle du mouvement? Dans les propositions ci-dessous, a est le vecteur accélération.

A) $a = \frac{eE}{m_e}$ B) $a = \frac{E}{em_e}$ C) $a = -em_e E$ D) $a = -\frac{eE}{m_e}$

26. Quelles sont la nature et l'équation de la trajectoire de l'électron?

A) La trajectoire est une portion de parabole d'équation $\frac{eE}{m_e} \left(\frac{z}{v_0}\right)^2$

B) La trajectoire est une portion de droite d'équation $\frac{eE}{m_e} \frac{z}{v_0}$

C) La trajectoire est une portion de parabole d'équation $\frac{-eE}{2m_e} \left(\frac{z}{v_0}\right)^2$

D) La trajectoire est une portion de droite d'équation $\frac{-eE}{2m_e} \frac{z}{v_0}$

27. On place un écran d'observation parallèlement au plan Oxy en $z_0 = 0,2 \text{ m}$. Sachant que $E = 10 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$, calculer l'abscisse x_e de l'impact de l'électron sur l'écran?

A) $x_e \approx 4 \text{ mm}$ B) $x_e \approx -4 \text{ mm}$ C) $x_e \approx 4 \text{ cm}$ D) $x_e \approx -4 \text{ cm}$

28. On considère maintenant $E = 0$ et $B \neq 0$; l'électron pénètre donc dans une zone où règne un champ magnétostatique uniforme. Donner l'expression de la force de Lorentz F_L qui s'exerce sur l'électron au moment où il pénètre dans la région du champ.

A) $F_L = v_0 B$ B) $F_L = -ev_0 \times B$ C) $F_L = ev_0 \times B$ D) $F_L = ev_0 B$

29. Parmi les affirmations proposées ci-dessous, quelles sont celles qui sont exactes?

A) La trajectoire de l'électron est rectiligne de vecteur vitesse constant.

B) La trajectoire de l'électron est parabolique

C) La trajectoire de l'électron est circulaire de rayon $R_c = \frac{m_e v_0}{eB}$

D) La trajectoire de l'électron est circulaire de rayon $R_c = \frac{ev_0}{m_e B}$

30. On a maintenant $E \neq 0$ et $B \neq 0$. Pour quel rapport E/B le mouvement de l'électron est-il rectiligne et uniforme?

A) $E/B = v_0$

C) $B/E = v_0$

B) $E = B$

D) On ne peut pas déterminer le rapport demandé.

Un électron (masse $m_e \approx 10^{-30}$ kg) est parfaitement confiné, selon une seule dimension représentée par la position x , dans un puits d'énergie potentielle \mathcal{E}_p très profond (modèle du puits infini, Fig. 3) de largeur L . On note \mathcal{E} l'énergie de l'électron. Cette situation est analogue à celle d'une corde vibrante fixée à ses deux extrémités.

Dans l'exercice, on note $h \approx 7 \times 10^{-34}$ J · s la constante de Planck et $e \approx 2 \times 10^{-19}$ C la charge électrique élémentaire.

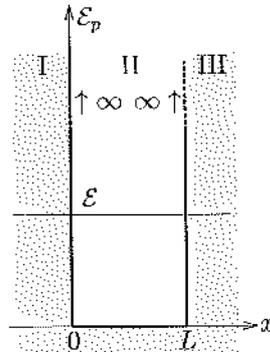


FIG. 3 - Puits d'énergie potentielle de profondeur infinie et de largeur L . Les zones grisées représentent des zones inaccessibles à un électron.

31. Quelles sont les valeurs particulières du nombre d'onde k_n des ondes stationnaires électroniques qui peuvent exister dans le puits? On note n un entier naturel.

A) $k_n = n\pi/L$ avec $n \geq 0$

C) $k_n = n\pi/L$ avec $n > 0$

B) $k_n = n/L$ avec $n \geq 0$

D) $k_n = n2\pi/L$ avec $n > 0$

32. Comment s'écrit la relation entre la quantité de mouvement p et le nombre d'onde k ?

A) $p = hk$

B) $p = \frac{hk}{2\pi}$

C) $k = ph$

D) $k = \frac{hp}{2\pi}$

33. Déterminer les valeurs \mathcal{E}_n des niveaux d'énergie de l'électron dans le puits.

A) $\mathcal{E}_n = n\mathcal{E}_1$ avec $\mathcal{E}_1 = \frac{h^2}{8m_eL^2}$

C) $\mathcal{E}_n = n^2\mathcal{E}_1$ avec $\mathcal{E}_1 = \frac{h}{8m_eL^2}$

B) $\mathcal{E}_n = \frac{\mathcal{E}_1}{n}$ avec $\mathcal{E}_1 = \frac{h^2}{8m_eL^2}$

D) $\mathcal{E}_n = n^2\mathcal{E}_1$ avec $\mathcal{E}_1 = \frac{h^2}{8m_eL^2}$

34. L'électron est confiné dans un atome, édifice matériel que l'on assimilera à un puits infiniment profond de largeur $L = 0,1$ nm. Déterminer la valeur numérique approximative en électronvolt (eV) de l'énergie du niveau fondamental de l'électron.

A) 0,3 eV

B) 30 eV

C) 300 eV

D) 0,03 eV

35. Le modèle du puits infini précédent permet aussi de déterminer les ordres de grandeur des énergies dans le domaine nucléaire. On remplace l'électron par un proton (masse $m_p \approx 2 \times 10^{-27}$ kg). Ce dernier est confiné dans un noyau atomique que l'on modélisera par un puits très profond de largeur $L = 1$ fm = 10^{-15} m (fm = femtomètre). Dans quel intervalle de valeurs se situe \mathcal{E}_1 (on précise que 1 MeV = 10^6 eV mégaelectronvolt).

A) La valeur de \mathcal{E}_1 est inférieure à 1 eV.

C) La valeur de \mathcal{E}_1 se situe entre 100 et 200 MeV.

B) La valeur de \mathcal{E}_1 se situe entre 10 et 20 eV.

D) La valeur de \mathcal{E}_1 est supérieure à 1000 MeV.

36. De même, on peut utiliser le modèle du puits infini précédent pour déterminer les ordres de grandeur des énergies en physique du solide. On considère pour cela une chaîne linéaire d'atomes régulièrement espacés. Chaque atome, de masse $m_a = 100 m_p$, vibre autour de sa position d'équilibre avec une amplitude de déplacement $L = 10 \text{ pm} = 10 \times 10^{-12} \text{ m}$ (pm=picomètre). On modélise cette situation par un puits très profond de largeur L . Par rapport à la valeur de \mathcal{E}_1 calculée précédemment pour le proton, la valeur de \mathcal{E}_1 pour l'atome est, en termes d'ordre de grandeur :

A) du même ordre de grandeur.
B) 10^8 fois plus grande.

C) 10^4 fois plus faible.
D) 10^8 fois plus faible.

**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.

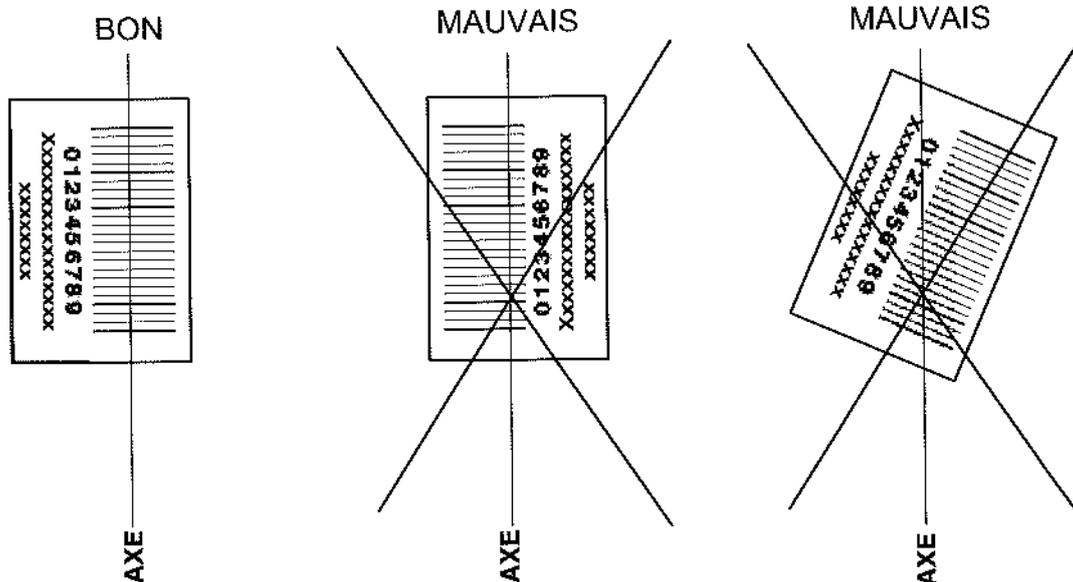
ATTENTION, IL NE VOUS EST DÉLIVRÉ QU'UN SEUL QCM

- 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.

French stores accused of imposing 'woman tax'

France's finance ministry has ordered (1) _____ into why female shoppers are paying more than male consumers for apparently identical products.

Shampoos, deodorants, razors and other goods marketed as "feminine" are subject to (2) _____ a French women's rights group says is an "invisible tax" making them pricier. After launching a petition that has attracted 30,000 signatures, government officials (3) _____ to investigate the discrepancies.

The campaign has the (4) _____ of Pascale Boistard, the secretary of state for women's rights, who tweeted: "Is pink a luxury colour?" One photograph used in the campaign and taken in Monoprix supermarket shows a pink packet of five disposable razors priced €1.80 (£1.41), (5) _____ a blue packet of 10 disposable razors aimed at men costs €1.72.

At another store (6) _____ to the chain Casino, campaigners found a 200ml tube of shaving gel cost €2.87 for women and €2.39 for men.

The Georgette Sand collective has called on Monoprix – whose name means single price – and other shops to stop sexist pricing policies, (7) _____ it of imposing a "woman tax". "At Monoprix there's no single price! In fact, for similar products, women are (8) _____ more than men," the campaigners wrote. "The company takes (9) _____ of the fact that women's and men's hygiene products are in different sections in order to apply different prices on products that are mostly similar, if not (10) _____."

- | | | | | | |
|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| 1) | A) an inquest | B) a research | C) an assessment | D) an inquiry | E) a survey |
| 2) | A) who | B) which | C) where | D) what | E) that |
| 3) | A) have promised | B) would promise | C) will promise | D) were promised | E) promise |
| 4) | A) back | B) support | C) concept | D) ideology | E) image |
| 5) | A) as | B) also | C) for | D) since | E) while |
| 6) | A) owning | B) depending | C) proper | D) belonging | E) property |
| 7) | A) accusing | B) blaming | C) charging | D) denouncing | E) identifying |
| 8) | A) paying | B) pricing | C) buying | D) bargaining | E) costing |
| 9) | A) profit | B) advantage | C) care | D) benefit | E) chance |
| 10) | A) same | B) different | C) equal | D) parallel | E) identical |

Boy admits murdering teacher Ann Maguire

A 16-year-old boy has pleaded (11) _____ to stabbing a teacher to death in front of a horrified class in Leeds.

The boy, who (12) _____ be named, admitted murdering Ann Maguire, 61, in her classroom at Corpus Christi Catholic college on 28 April this year. The youngster was 15 and (13) _____ for his GCSEs at the time of the attack. His parents sat with him in the dock at Leeds Crown Court as he (14) _____ the killing. The prosecution has argued that the boy should receive a minimum 12-year tariff because he "derived pleasure from the public nature of her killing".

Maguire's daughter Emma told the court, "Every morning I wake up hoping it's all a bad (15) _____. There's a split second before reality sets in." Maguire's husband, Don, said: "There will be no (16) _____. Balance will never return. There will be no level scales."

The court heard that Maguire was the boy's Spanish teacher. The boy was a model pupil in year 7, was "amicable, enthusiastic and conscientious" but changed after being (17) _____ with diabetes. The diabetes had a major impact on his mood and personality. His mother noticed evidence of self-harming.

He was upset that his diabetes would (18) _____ him from joining the army. He started to harbour a hatred for Ann Maguire, the court heard.

The boy told other pupils he had been carrying a knife and wanted Maguire dead. On his mobile phone police discovered (19) _____ images of knives. On Christmas Eve 2013 the boy (20) _____ a friend on Facebook he wanted to "brutally kill" Maguire and spend the rest of his life in jail.

- | | | | | | |
|-----|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| 11) | A) responsible | B) innocent | C) reasonable | D) guilty | E) insanity |
| 12) | A) can | B) should | C) wouldn't | D) hadn't | E) cannot |
| 13) | A) studies | B) studied | C) studying | D) will study | E) would study |
| 14) | A) admitted | B) has admitted | C) had admitted | D) admits | E) would admit |
| 15) | A) dream | B) image | C) night | D) imagination | E) revelation |
| 16) | A) ending | B) finishing | C) conclusion | D) stopping | E) closure |
| 17) | A) identified | B) diagnosed | C) tested | D) cured | E) treated |
| 18) | A) encourage | B) discourage | C) prevent | D) allow | E) permit |
| 19) | A) few | B) little | C) much | D) many | E) less |
| 20) | A) posted | B) told | C) sent | D) said | E) described |

U.S. and China reach climate deal after months of talks

China and the United States (21) _____ common cause on Wednesday against the threat of climate change, staking out an ambitious plan to curb carbon emissions as a way to spur nations around the world to make (22) _____ own cuts in greenhouse gases.

The landmark agreement, (23) _____ announced by President Obama and President Xi Jinping, includes new targets for carbon emissions reductions by the United States and a first-ever commitment by China to stop its emissions from (24) _____ by 2030.

Administration officials said the agreement, which was worked (25) _____ quietly between the United States and China over nine months and included a letter from Mr. Obama to Mr. Xi proposing a joint approach, could galvanize efforts to (26) _____ a new global climate agreement by 2015.

It was the signature achievement of an unexpectedly (27) _____ two days of meetings between the leaders. Mr. Obama and Mr. Xi also agreed to a military accord designed to avert clashes between Chinese and American planes and warships in the tense waters (28) _____ the Chinese coast, as well as an understanding to cut tariffs for technology products.

A climate deal between China and the United States, the world's No. 1 and No. 2 carbon polluters, (29) _____ as essential to concluding a new global accord. Unless Beijing and Washington can resolve their differences, climate experts say, (30) _____ other countries will agree to mandatory cuts in emissions.

- | | | | | | |
|-----|---------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| 21) | A) made | B) has made | C) have made | D) had made | E) would make |
| 22) | A) its | B) hers | C) her | D) theirs | E) their |
| 23) | A) together | B) jointly | C) in common | D) in tandem | E) coherently |
| 24) | A) growth | B) growing | C) reduction | D) reducing | E) raising |
| 25) | A) out | B) off | C) up | D) down | E) in |
| 26) | A) deal | B) bargain | C) argue | D) negotiate | E) dispute |
| 27) | A) production | B) produce | C) producing | D) product | E) productive |
| 28) | A) against | B) in | C) off | D) between | E) behind |
| 29) | A) are viewed | B) views | C) is viewed | D) view | E) viewing |
| 30) | A) many | B) more | C) less | D) few | E) little |

Fearing bombs that can pick whom to kill

On a bright fall day last year off the coast of Southern California, an Air Force B-1 bomber (31) _____ an experimental missile that may herald the future of warfare.

(32) _____ pilots aboard the plane directed the missile, but halfway to its destination, it severed communication with its operators. Alone, without human (33) _____ the missile decided which of three ships to attack, dropping to just above the sea surface and striking a 260-foot unmanned freighter.

Warfare is increasingly guided by software. Today, armed drones can be operated by (34) _____ pilots peering into video screens thousands of miles from the battlefield. But now, some scientists say, arms makers have crossed into troubling territory: They are developing weapons that make use of artificial intelligence, not human instruction, to decide what to (35) _____ and whom to kill.

As these weapons become (36) _____ critics fear they will become increasingly difficult for humans to control or to defend against. And while pinpoint accuracy could save civilian lives, critics fear such weapons could make war more likely, as (37) _____ as flipping a switch.

Britain, Israel and Norway are (38) _____ deploying missiles and drones that carry out attacks against enemy radar, tanks or ships without direct human control. After launch, so-called autonomous weapons rely (39) _____ artificial intelligence and sensors to select targets and to initiate an attack. Britain's "fire and forget" Brimstone missiles, (40) _____, can distinguish among tanks and cars and buses without human assistance, and can hunt targets in a predesignated region.

- | | | | | | |
|-----|--------------|-------------------|--------------|-------------|-----------------|
| 31) | A) shot | B) decoyed | C) flared | D) launched | E) rocketed |
| 32) | A) However | B) Finally | C) Initially | D) After | E) Carefully |
| 33) | A) foresight | B) hindsight | C) insight | D) sight | E) oversight |
| 34) | A) far | B) distant | C) isolated | D) lonely | E) remote |
| 35) | A) aim | B) fire | C) purpose | D) target | E) objective |
| 36) | A) smart | B) less smart | C) smarter | D) smartest | E) the smartest |
| 37) | A) difficult | B) more difficult | C) easy | D) easier | E) light |
| 38) | A) already | B) still | C) yet | D) since | E) before |
| 39) | A) on | B) of | C) in | D) to | E) for |
| 40) | A) however | B) for example | C) although | D) actually | E) currently |

Eurostar unveils new 200mph Channel Tunnel train

A new 200mph state-of-the-art train has been unveiled in London by Channel Tunnel high-speed train company Eurostar. Built by German (41) _____ Siemens and capable of carrying 900 passengers, the e320 train will go into service at the end of 2015.

In a £550 million deal, Eurostar (42) _____ ordered 10 of the e320s (so called as they can travel at 320kph), but at the launch at St Pancras station the company announced it (43) _____ a further seven new trains. The launch comes on the eve of the 20th anniversary of the start of Eurostar services in November 1994.

The trains are described as (44) _____ "inter-operable", meaning they can run across diverse European signaling systems, opening up the potential for a whole range of new direct services between the UK and European city centre (45) _____.

May 2015 (46) _____ the start of a new year-round direct Eurostar service to Provence, stopping at Lyon, Avignon and Marseille, followed at the end of 2016 by the launch of a direct route to Amsterdam with stops in Antwerp, Rotterdam and Amsterdam's Schiphol airport (47) _____ the way. The e320s represent an increase (48) _____ capacity of 20 per cent compared with the company's existing rolling stock.

The external livery and interiors of the new train (49) _____ created by Italian design house Pininfarina. The e320s will be equipped with free wifi throughout and customers will enjoy more space per seat, with each equipped with power points and a USB socket.

Eurostar chief executive Nicolas Petrovic said: "Having had 10 consecutive years of growth, we are seeing a record demand for our services and the addition of new trains to our (50) _____ will be key to our growth ambitions".

- | | | | | | |
|-----|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 41) | A) firm | B) enterprise | C) society | D) limited | E) entity |
| 42) | A) after | B) before | C) finally | D) originally | E) additionally |
| 43) | A) is ordering | B) was ordering | C) are ordered | D) have ordered | E) ordered |
| 44) | A) seeming | B) looking | C) showing | D) having | E) being |
| 45) | A) waypoints | B) landmarks | C) destinations | D) arrivals | E) departures |
| 46) | A) can see | B) will see | C) would see | D) can't see | E) won't see |
| 47) | A) during | B) between | C) following | D) along | E) continuing |
| 48) | A) of | B) on | C) in | D) to | E) at |
| 49) | A) have been | B) has been | C) had been | D) been | E) being |
| 50) | A) team | B) crew | C) equipment | D) capital | E) fleet |

Polish woman declared dead wakes in morgue

Workers at a funeral home in Poland (51) _____ a shock when a woman who had been declared dead and was being prepared for burial suddenly came back to life. Ninety-one-year-old Janina Kolkiewicz had "died" 11 hours earlier, before regaining (52) _____ in the morgue and moving around in her body bag, alerting the workers.

"We're in shock. At midnight we got a call from the funeral home (53) _____ say that she was alive," Bogumila Kolkiewicz, the woman's niece, told the *Dzennik Wschodni* newspaper. "She doesn't know what happened to her, but she's in good health. She did (54) _____ about being cold, however when she came home," the niece added.

The doctor who (55) _____ the death certificate has said she had no idea why the woman came back to life.

"I do not know how this is possible; I'm (56) _____ in shock," said the doctor, who wishes to remain anonymous. "If I (57) _____ any doubts about her being dead I would have called an ambulance and would have tried to resuscitate her. But she had no vital signs: no pulse, nothing."

Henryk Klementewicz, director of the funeral company (58) _____, also expressed his shock saying: "Neither me nor my predecessor, who was in charge of the home for 30 years, have (59) _____ encountered anything like this. I don't know how it happened."

A neighbour of the Mrs Kolkiewicz told the press she thought it (60) _____ have been "a miracle".

- 51) A) treated B) diagnosed C) suffered D) cured E) infected
- 52) A) conscious B) unconscious C) conscience D) consciousness E) constance
- 53) A) for B) not for C) after D) not to E) to
- 54) A) complain B) seem C) indicate D) mention E) illustrate
- 55) A) issued B) printed C) designed D) filed E) created
- 56) A) yet B) always C) still D) already E) before
- 57) A) has had B) have had C) have D) had had E) will have
- 58) A) installed B) instigated C) involved D) implied E) impounded
- 59) A) yet B) ever C) before D) already E) previous
- 60) A) can B) should C) ought to D) need to E) must

A Cuban brain drain, courtesy of the U.S.

Secretary of State John Kerry and the American (61) _____ to the United Nations, Samantha Power, have praised the work of Cuban doctors dispatched to treat Ebola patients in West Africa. The Centers for Disease Control and Prevention recently sent an official to a regional meeting the Cuban government (62) _____ in Havana to coordinate efforts to fight the disease.

In Africa, Cuban doctors are working in American-built facilities. The epidemic has had the unexpected effect of injecting common sense into an (63) _____ poisonous relationship. And yet, Cuban doctors serving in West Africa today could easily (64) _____ their posts, take a taxi to the nearest American Embassy and apply for a little-known immigration program that has allowed thousands of them to defect. Those who are accepted can be on American soil (65) _____ weeks, on track to becoming United States citizens.

There is (66) _____ to criticize about Washington's failed policies toward Cuba and the embargo it has imposed on the island for decades. But the Cuban Medical Professional Parole Program, which in the last fiscal year (67) _____ 1,278 Cubans to defect while on overseas assignments, a record number, is particularly hard to justify.

It is incongruous for the United States to value the contributions of Cuban doctors who are sent by their government to assist in international crises like the 2010 Haiti earthquake while working to (68) _____ that government by making defection so easy. American immigration policy should give priority to the world's neediest (69) _____ and persecuted people. It should not be used to exacerbate the brain drain of an adversarial nation at a time when improved relations between the two countries are a worthwhile, (70) _____ goal.

- | | | | | | |
|-----|------------------|---------------|--------------------|------------------|----------------|
| 61) | A) minister | B) leader | C) officer | D) negotiator | E) ambassador |
| 62) | A) located | B) structured | C) convened | D) posted | E) took place |
| 63) | A) unnecessarily | B) usefully | C) insignificantly | D) inefficiently | E) importantly |
| 64) | A) take up | B) apply for | C) return | D) abandon | E) eliminate |
| 65) | A) during | B) within | C) before | D) after | E) while |
| 66) | A) much | B) many | C) a lot of | D) few | E) less |
| 67) | A) enabled | B) let | C) discouraged | D) registered | E) decided |
| 68) | A) invert | B) pervert | C) subvert | D) support | E) stabilize |
| 69) | A) pedestrians | B) emigrants | C) clandestines | D) paupers | E) refugees |
| 70) | A) real | B) realist | C) reality | D) really | E) realistic |

Qantas to supersize meals to attract more economy passengers

Qantas is trying to test a theory that bigger meals on its flights will turn into bigger profits. The national carrier has (71) _____ a new dining service for international economy passengers in its latest effort to turn its business (72) _____. The new service includes 50% bigger meals, faster service and fancier options.

Chief executive Alan Joyce said the airline was (73) _____ on improving its customer service as part of its overall transformation, offering what it believes will be the best economy dining experience of any international carrier. The new dining service will cost 40% more to produce (74) _____ Qantas' current offering. But it will be delivered at (75) _____ extra cost to passengers thanks to waste elimination efforts such as butter-infused bread, meaning no more little packets of butter on flights.

Passengers will be able to choose from three main meals on board and those who (76) _____ their meal online (free of charge) will be able to choose a fourth option. The airline has also revamped its in-flight entertainment with (77) _____ blockbuster movies and television shows. "People want to (78) _____ on TV on aircraft these days," Joyce said. "I know I watched the entire season of House of Cards II when I last travelled."

Qantas suffered a record \$2.8bn loss in 2013/14, mainly (79) _____ massive losses within its international division. But it has since bounced back into the black, reporting an underlying profit for the three months to September. Joyce said Qantas was "making really good progress" in getting the business (80) _____ to profit. Qantas will begin rolling out its new economy dining service later this month.

- 71) A) leashed B) unleashed C) veiled D) unveiled E) published
- 72) A) around B) upside down C) back to front D) up E) down
- 73) A) coordinated B) focused C) targeted D) aimed E) projected
- 74) A) as B) that C) like D) than E) up to
- 75) A) any B) some C) more D) less E) no
- 76) A) pre-order B) subscribe C) register D) log on E) sign up
- 77) A) much B) least C) most D) less E) more
- 78) A) addict B) binge C) subscribe D) glutton E) exaggerate
- 79) A) due B) because C) because of D) despite E) in spite of
- 80) A) ready B) front C) back D) forwards E) backwards