AVERTISSEMENTS

L'usage de calculatrices, de téléphones portables ou de documents personnels n'est pas autorisé.

Dans certaines questions, les candidats doivent choisir la réponse parmi plusieurs valeurs numériques. Les valeurs fausses qui sont proposées sont suffisamment éloignées de la valeur exacte arrondie selon les règles habituelles, pour éliminer toute ambiguïté dans le choix de la bonne réponse.

Questions liées :

01 à 10 : thermodynamique

11 à 20 : optique

21 à 30 : mécanique

31 à 40 : électromagnétisme

Tournez la page S.V.P.

Question 1 :

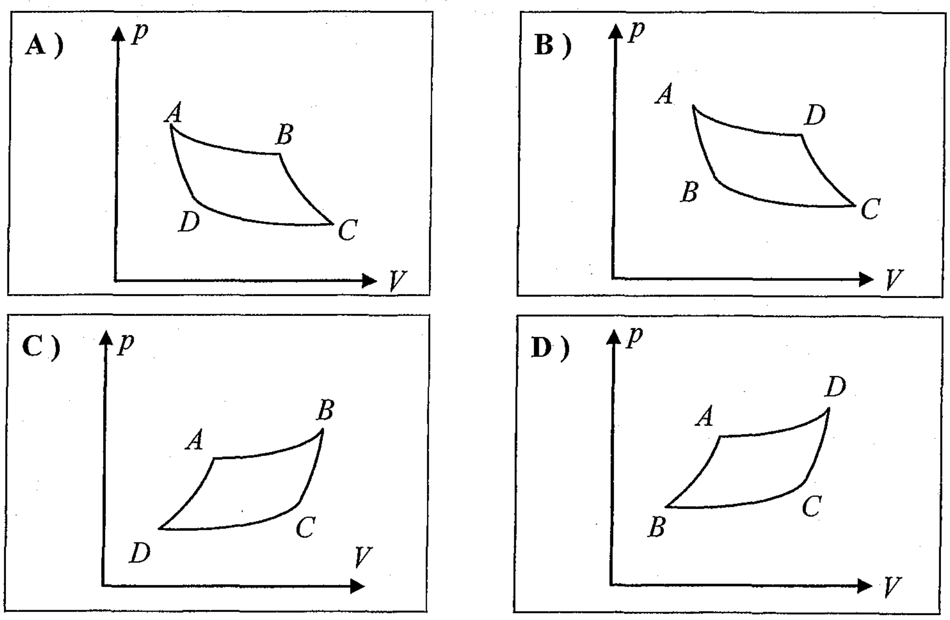
Une masse m de fluide subit, dans une machine frigorifique, le cycle $ABCDA$, dans lequel les transformations AB et CD sont des isentropiques, la transformation BC est une transformation réversible à la température T_1, et la transformation DA est une transformation réversible à la température T_2. Les points A et D du cycle sont situés sur la courbe de saturation du fluide.

La capacité thermique massique du fluide, le long de la courbe d'ébullition, est notée c_L. Les chaleurs latentes de changement d'état, aux températures T_1 et T_2, sont, respectivement, $L_v(T_1)$ et $L_v(T_2)$. Le massique en vapeur au point i est notée x_i.

A) Le cycle décrit est un cycle moteur.
B) Le cycle décrit est un cycle récepteur.
C) Le cycle est décrit dans le sens trigonométrique.
D) Le cycle est décrit dans le sens horaire.

Question 2 :

Le cycle $ABCDA$ peut être représenté par le diagramme de Clapeyron :



Question 3 :

Lors de la transformation AB :

A) Il y a échange thermique avec la source froide.
B) Il y a échange thermique avec la source chaude.
C) Il y a échange thermique avec les deux sources.
D) Il n'y a aucun échange thermique.

Question 4 :

Lors de la transformation CD :

A) Il y a échange thermique avec la source froide.
B) Il y a échange thermique avec la source chaude.
C) Il y a échange thermique avec les deux sources.
D) Il n'y a aucun échange thermique.

Question 5 :

La transformation BC est une transformation :

A) Adiabatique.
B) Isotherme.
C) Isobare.
D) Isochore.

Question 6 :

La transformation DA est une transformation :

A) Adiabatique.
B) Isotherme.
C) Isobare.
D) Isochore.

Question 7 :

Soit ΔS_{ij}, la variation d'entropie entre deux états d'équilibre i et j. On peut écrire :

A) $\Delta S_{AB} = m\left[x_B \dfrac{L_v(T_1)}{T_1} - c_L \ln\dfrac{T_2}{T_1}\right]$.

B) $\Delta S_{AB} = mc_L \ln\dfrac{T_1}{T_2}$.

C) $\Delta S_{CD} = mx_C\left[-\dfrac{L_v(T_1)}{T_1} + \dfrac{L_v(T_2)}{T_2}\right]$

D) $\Delta S_{CD} = mc_L \ln\dfrac{T_2}{T_1}$

Question 8 :

On peut en déduire les expressions de x_B et x_C suivantes :

A) $x_B = \frac{T_2}{L_v(T_1)}\left[c_L \ln\frac{T_2}{T_1} + \frac{L_v(T_1)}{T_1}\right]$

B) $x_B = \frac{T_1}{L_v(T_1)} c_L \ln\frac{T_2}{T_1}$

C) $x_C = \dfrac{c_L \ln\frac{T_2}{T_1}}{\frac{L_v(T_2)}{T_2} - \frac{L_v(T_1)}{T_1}}$

D) $x_C = \frac{T_1}{L_v(T_1)}\left[c_L \ln\frac{T_2}{T_1} + \frac{L_v(T_2)}{T_2}\right]$

Question 9 :

Déterminer l'expression du travail W échangé au cours du cycle :

A) $W = -mL_v(T_2)\left[\frac{T_1}{T_2} - 1\right]$

B) $W = m(x_B - x_C)L_v(T_1) - mL_v(T_2)$

C) $W = mL_v(T_1)\left[\frac{T_2}{T_1} - 1\right]$

D) $W = mL_v(T_1)\left[\frac{T_1}{T_2} - 1\right] + m(x_B - x_C)L_v(T_1)$

Question 10 :

L'efficacité η de la machine frigorifique s'écrit :

A) $\eta = \frac{Q_{BC}}{W}$

B) $\eta = -\frac{Q_{DA}}{W}$

C) $\eta = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$

D) $\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$

Un interféromètre de Michelson est constitué de deux miroirs plans $\mathcal{M}_1$ et $\mathcal{M}_2$, dont les milieux respectifs O_1 et O_2 vérifient $\overrightarrow{OO_1} = d_1\overrightarrow{e_x}$ et $\overrightarrow{OO_2} = d_2\overrightarrow{e_y}$, avec $d_1 > 0$, $d_2 > 0$ et $d_1 \neq d_2$, dans le référentiel orthonormé direct $\mathcal{R} = \left(O, \overrightarrow{e_x}, \overrightarrow{e_y}, \overrightarrow{e_z}\right)$ du laboratoire. La source *S*, ponctuelle, a pour coordonnées $(-d, 0, 0)$, avec $d > 0$, et elle émet des radiations de longueur d'onde $\lambda = 540\text{ nm}$. Pour la réalisation pratique, on dispose également de lames à faces parallèles, d'épaisseur *h*, d'indice *n*, semi-réfléchissantes ou non, non absorbantes, notées $\mathcal{L}_s$, $\mathcal{L}_c$ et $\mathcal{L}_o$. L'expérience se passe dans l'air d'indice 1, et peut être représentée dans le plan (xOy).

On considère alors deux rayons : le rayon ① interceptant $\mathcal{M}_1$ et le rayon ② interceptant $\mathcal{M}_2$.

Question 11 :

Concernant la lame séparatrice $\mathcal{L}_s$:

A) C'est une lame non semi-réfléchissante.
B) Elle est inclinée de 90° par rapport à l'axe *Ox*.
C) Elle divise le faisceau incident en deux faisceaux de même amplitude.
D) Elle divise le faisceau incident en deux faisceaux de même intensité.

Question 12 :

Concernant la lame compensatrice $\mathcal{L}_c$:

A) C'est une lame non semi-réfléchissante.
B) Elle est inclinée de 90° par rapport à l'axe *Ox*.
C) Elle divise le faisceau incident en deux faisceaux de même amplitude.
D) Elle divise le faisceau incident en deux faisceaux de même intensité.

Question 13 :

Lors de la réalisation pratique, l'introduction d'une lame $\mathcal{L}_c$:

A) Est facultative.

B) Permet de compenser la différence de marche supplémentaire introduite sur le trajet du rayon ①, si la face semi-réfléchissante de $\mathcal{L}_c$ est positionnée en *O*.

C) Permet de compenser la différence de marche supplémentaire introduite sur le trajet du rayon ②, si la face non semi-réfléchissante de $\mathcal{L}_c$ est positionnée en *O*.

D) Est placée perpendiculairement au trajet d'un des rayons.

Question 14 :

Les sources secondaires sont obtenues par une simple symétrie de S par rapport à :

A) Chacun des miroirs.
B) La lame séparatrice.
C) La lame compensatrice
D) O.

Question 15 :

Les sources secondaires sont :

A) Mutuellement cohérentes.
B) En phase.
C) Situées sur l'axe Ox.
D) Distantes de $e = |d_1 - d_2|$.

Question 16 :

Un montage dit « en coin d'air » :

A) Impose que les deux miroirs $\mathcal{M}_1$ et $\mathcal{M}_2$ soient parfaitement parallèles entre eux.
B) Permet d'observer des franges par division d'amplitude.
C) Permet d'observer des franges d'égale inclinaison.
D) Permet d'observer des franges rectilignes équidistantes.

Question 17 :

Un montage dit « en lame d'air à faces parallèles » :

A) Impose que les deux miroirs $\mathcal{M}_1$ et $\mathcal{M}_2$ soient parfaitement parallèles entre eux.
B) Permet d'observer des franges par division d'amplitude.
C) Permet d'observer des franges d'égale inclinaison.
D) Permet d'observer des franges rectilignes équidistantes.

Question 18 :

Le système est réglé en « lame d'air », d'épaisseur e = 5,4 mm. La frange centrale :

A) Est caractérisée par un ordre d'interférence entier.
B) Est caractérisée par un ordre d'interférence demi-entier.
C) Est sombre.
D) Est brillante.

Question 19 :

Lorsqu'on s'éloigne de la frange centrale :

A) L'ordre d'interférence augmente.
B) On retrouve des franges de même nature que la frange centrale à des distances régulières.
C) L'intensité diminue constamment.
D) Le contraste diminue.

Question 20 :

Dans la configuration de la question 18, on souhaite déterminer à l'aide de l'interféromètre l'indice n de $\mathcal{L}_o$. Cette lame :

A) Modifie la position d'une des sources secondaires.
B) Doit être placée sur le trajet commun aux rayons.
C) Introduit une différence de phase supplémentaire entre les deux rayons.
D) Introduit une différence de chemin optique supplémentaire entre les deux rayons.

Tournez la page S.V.P.

Question 21 :

Une comète A, assimilée à une masse ponctuelle m, s'approche d'une planète de centre P et de masse $M\left(>>m\right)$. Le mouvement est étudié dans le référentiel galiléen $\mathcal{R}=\left(P,\overrightarrow{e_x},\overrightarrow{e_y},\overrightarrow{e_z}\right)$. On note $\vec{v}$ la vitesse de A dans $\mathcal{R}$. « L'impact » entre A et P se produit à l'instant où la comète se trouve en un point B, tel que la vitesse $\overrightarrow{v_o}$ de la comète en ce point est perpendiculaire à $\overrightarrow{PB}$.

On négligera toute autre force, et notamment, l'influence de tout autre astre. On note G la constante universelle de gravitation.

Lors de l'interaction entre A et P, la force exercée par P sur A est :

A) Une force centrale.
B) Conservative.
C) De direction constante.
D) De norme constante.

Question 22 :

Le théorème du moment cinétique appliqué sur A au point P permet de montrer que :

A) Le mouvement de A est uniforme.
B) Le mouvement de A obéit à la loi des aires.
C) Le mouvement de A est plan.
D) Le mouvement de A est circulaire.

Question 23 :

L'énergie potentielle d'interaction de A due à P est :

A) Constante.
B) Déterminée à une constante près.
C) Proportionnelle à $\dfrac{1}{PA}$.
D) Proportionnelle à $\dfrac{1}{PA^2}$.

Question 24 :

L'énergie mécanique de A :

A) Est constante.
B) Est déterminée à une constante près.

C) S'exprime sous la forme d'une somme de deux termes, dont un est proportionnel à $\frac{1}{PA}$ et l'autre proportionnel à (v_o).

D) S'exprime sous la forme d'une somme de deux termes, dont un est proportionnel à $\frac{1}{PA^2}$ et l'autre proportionnel à $(v_o)^2$.

L'équation de la trajectoire de A s'écrit :

- En coordonnées polaires : $r = PA = \frac{p}{1 - e\cos\theta}$, où $\theta = \left(\overrightarrow{PA}, \overrightarrow{e_x}\right)$.
- En coordonnées cartésiennes : $\left(\frac{X}{a}\right)^2 + \varepsilon\left(\frac{Y}{b}\right)^2 = 1$, avec $|\varepsilon| = 1$. X et Y sont les coordonnées de A dans le repère $\mathcal{R}' = \left(O, \overrightarrow{e_X}, \overrightarrow{e_Y}, \overrightarrow{e_z}\right)$ dans lequel OX et OY sont les axes de symétrie de la trajectoire.

Les constantes a et b sont reliées au paramètre p et à l'excentricité e par les relations :

$$p = \frac{b^2}{a},\ e = \frac{c}{a} \text{ et } a = \frac{p}{e^2 - 1}.$$

Question 25 :

La trajectoire suivie par A est une hyperbole. On en déduit que :

A) L'excentricité e est inférieure à 1.
B) L'excentricité e est supérieure à 1.
C) A est dans un état de diffusion.
D) A est dans un état lié.

Question 26 :

La distance minimale d entre A et P de la trajectoire est donnée par :

A) $d = \frac{p}{1-e}$	**B)** $d = a$
C) $d = \frac{p}{1+e}$	**D)** $d = b$

Question 27 :

La distance maximale d' entre A et P de la trajectoire est donnée par :

A) $d' = \dfrac{p}{1-e}$	**B)** $d' = a$
C) $d' = \dfrac{p}{1+e}$	**D)** $d' = b$

Question 28 :

Sachant que $PB = b$, la norme L du moment cinétique de A dans $\mathcal{R}$ peut s'écrire :

A) $L = mrv$	**B)** $L = mbv_o$
C) $L = mrv\sin\theta$	**D)** $L = mbv\cos\theta$

Question 29 :

La vitesse maximale $v_{\max}$ de A est obtenue quand :

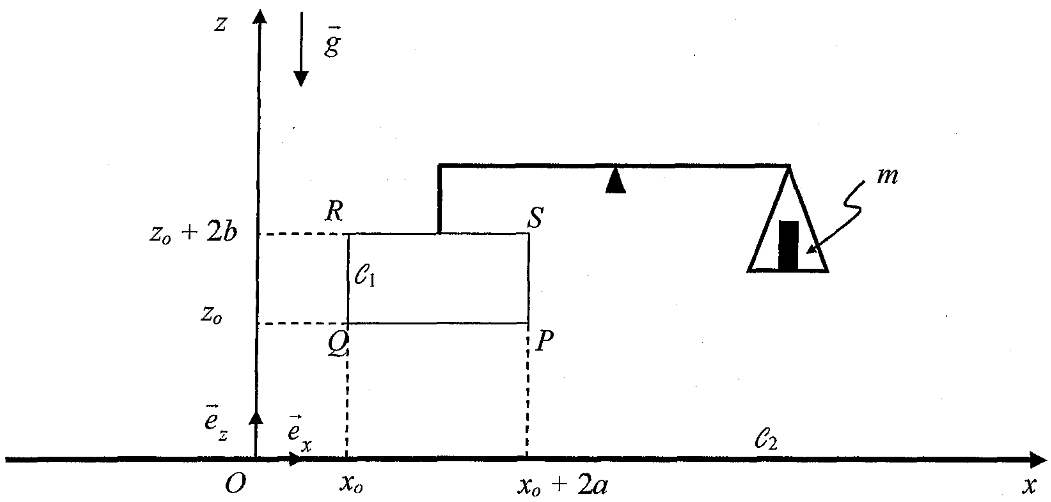
A) $AP = d$
B) $AP = d'$
C) Le vecteur vitesse $\vec{v}$ est dirigé suivant $\overrightarrow{e_X}$.
D) Le vecteur vitesse $\vec{v}$ est dirigé suivant $\overrightarrow{e_Y}$.

Question 30 :

Sachant que l'excentricité est voisine de 1 $\left(e = 1+\delta \quad \text{avec} \quad |\delta| << 1\right)$, la valeur $v_{\max}$ peut s'écrire :

A) $v_{\max} = \left[v_o^2 - \dfrac{2GM}{p}(2+\delta)\right]^{\frac{1}{2}}$	**B)** $v_{\max} = \left[v_o^2 + \dfrac{2GM}{b}\left(\sqrt{\dfrac{2}{\lvert\delta\rvert}}+1\right)\right]^{\frac{1}{2}}$
C) $v_{\max} = \left[v_o^2 + \dfrac{2GM}{p}(2+\delta)\right]^{\frac{1}{2}}$	**D)** $v_{\max} = \left[v_o^2 + \dfrac{2GM}{b}\left(\sqrt{\dfrac{2}{\lvert\delta\rvert}}-1\right)\right]^{\frac{1}{2}}$

On considère, dans un repère orthonormé direct $\mathcal{R} = \left(O, \overrightarrow{e_x}, \overrightarrow{e_y}, \overrightarrow{e_z}\right)$, un circuit $(\mathcal{C}_1)$ constitué par un cadre rectangulaire $PQRS$, tel que $\overrightarrow{QP} = \overrightarrow{RS} = 2a\overrightarrow{e_x}$ et $\overrightarrow{QR} = \overrightarrow{PS} = 2b\overrightarrow{e_z}$. Le cadre, composé de N spires, est pendu par le milieu du segment $[SR]$ à l'une des extrémités d'un fléau d'une balance, dont on supposera les bras égaux (figure ci-dessous). Toutes les liaisons sont supposées parfaites, et les déplacements du cadre sont suffisamment faibles pour que l'on puisse considérer que le côté $[QR]$ est toujours situé à la même distance x_o de Oz. $(\mathcal{C}_1)$ est parcouru par un courant d'intensité constante I_1.



Un conducteur rectiligne et infini $(\mathcal{C}_2)$, placé sur l'axe Ox, est parcouru par un courant stationnaire d'intensité I_2.

En l'absence de tout courant, on réalise l'équilibrage de la balance.

En présence de I_1 dans $(\mathcal{C}_1)$ et de I_2 dans $(\mathcal{C}_2)$, l'équilibre de la balance est rompu. Il peut être rétabli grâce à une surcharge de masse m placée dans le plateau de la balance. Le côté $[PQ]$ du cadre est alors situé à la distance z_o de Ox.

Oz représente la verticale ascendante, et on note $\vec{g}$ le vecteur accélération de la pesanteur.

Question 31 :

L'expérience est réalisable si :

A) I_1 circule de $P \to Q \to R \to S \to P$ et I_2 circule suivant les x croissants.
B) I_1 circule de $P \to Q \to R \to S \to P$ et I_2 circule suivant les x décroissants.
C) I_1 circule de $P \to S \to R \to Q \to P$ et I_2 circule suivant les x croissants.
D) I_1 circule de $P \to S \to R \to Q \to P$ et I_2 circule suivant les x décroissants.

Tournez la page S.V.P.

Pour toute la suite de l'exercice, on suppose que l'expérience est réalisée avec un courant I_2 circulant suivant les x **croissants**.

Question 32 :

Si on note μ_o la perméabilité magnétique du vide, alors, le champ magnétique $\overrightarrow{B_2}(M)$ créé par $(\mathscr{C}_2)$ en un point M quelconque du plan (xOz) s'écrit :

A) $\overrightarrow{B_2}(M)=\frac{\mu_o I_2}{2\pi x}\overrightarrow{e_z}$	**B)** $\overrightarrow{B_2}(M)=-\frac{\mu_o I_2}{2\pi x}\overrightarrow{e_z}$
C) $\overrightarrow{B_2}(M)=\frac{\mu_o I_2}{2\pi z}\overrightarrow{e_x}$	**D)** $\overrightarrow{B_2}(M)=-\frac{\mu_o I_2}{2\pi z}\overrightarrow{e_x}$

Question 33 :

Soit $\overrightarrow{F_{PQ}}$ la force résultante des forces de Laplace exercées sur le côté $[PQ]$ de $(\mathscr{C}_1)$.

A) $\overrightarrow{F_{PQ}}$ est dirigée suivant $-\overrightarrow{e_x}$.
B) $\overrightarrow{F_{PQ}}$ est dirigée suivant $-\overrightarrow{e_y}$.
C) $\overrightarrow{F_{PQ}}$ est dirigée suivant $-\overrightarrow{e_z}$.
D) $\overrightarrow{F_{PQ}}$ s'applique au milieu du segment $[PQ]$.

Question 34 :

Soit $\overrightarrow{F_{QR}}$ la force résultante des forces de Laplace exercées sur le côté $[QR]$ de $(\mathscr{C}_1)$.

A) $\overrightarrow{F_{QR}}$ est dirigée suivant $-\overrightarrow{e_x}$.
B) $\overrightarrow{F_{QR}}$ est dirigée suivant $-\overrightarrow{e_y}$.
C) $\overrightarrow{F_{QR}}$ est dirigée suivant $-\overrightarrow{e_z}$.
D) $\overrightarrow{F_{QR}}$ s'applique au milieu du segment $[QR]$.

Question 35 :

Les amplitudes F_{PQ}, F_{QR}, F_{RS} et F_{SP} des résultantes des forces exercées respectivement sur les côtés $[PQ]$, $[QR]$, $[RS]$ et $[SP]$ de $(\mathscr{C}_1)$, vérifient :

A) $F_{PQ} = F_{RS}$	**B)** $F_{PQ} = -F_{RS}$
C) $F_{QR} = F_{SP}$	**D)** $F_{QR} = -F_{SP}$

Question 36 :

A) $F_{PQ} = -\dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{2\pi}\ln\left(1+\dfrac{2b}{z_o}\right)$	**B)** $F_{PQ} = \dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{2\pi}\ln\left(1+\dfrac{2b}{z_o}\right)$
C) $F_{PQ} = -\dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{2\pi}\ln\left(1+\dfrac{2a}{x_o}\right)$	**D)** $F_{PQ} = \dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{2\pi}\ln\left(1+\dfrac{2a}{x_o}\right)$

Question 37 :

A) $F_{QR} = -\dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{2\pi}\ln\left(1+\dfrac{2b}{z_o}\right)$	**B)** $F_{QR} = \dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{2\pi}\ln\left(1+\dfrac{2b}{z_o}\right)$
C) $F_{QR} = -\dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{2\pi}\ln\left(1+\dfrac{2a}{x_o}\right)$	**D)** $F_{QR} = \dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{2\pi}\ln\left(1+\dfrac{2a}{x_o}\right)$

Question 38 :

La force résultante $\vec{F}$ des forces de Laplace exercée sur le cadre $(\mathscr{C}_1)$ s'écrit :

A) $\vec{F} = -\dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{\pi}\ln\left(1+\dfrac{2b}{z_o}\right)\vec{e_x}$	**B)** $\vec{F} = \dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{\pi}\ln\left(1+\dfrac{2b}{z_o}\right)\vec{e_x}$
C) $\vec{F} = -\dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{\pi}\ln\left(1+\dfrac{2b}{x_o}\right)\vec{e_z}$	**D)** $\vec{F} = \dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{\pi}\ln\left(1+\dfrac{2b}{x_o}\right)\vec{e_z}$

Tournez la page S.V.P.

Question 39 :

Pour réaliser l'équilibrage de la balance, la masse m à rajouter peut s'exprimer par :

A) $m = \dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{\pi g} \ln\left(1 + \dfrac{2b}{z_o}\right)$	**B)** $m = \dfrac{2\mu_o N I_1 I_2 ab}{\pi g z_o (z_o + 2b)}$
C) $m = \dfrac{\mu_o N I_1 I_2}{\pi g} \ln\left(1 + \dfrac{2b}{x_o}\right)$	**D)** $m = \dfrac{2\mu_o N I_1 I_2 ab}{\pi g x_o (x_o + 2a)}$

Question 40 :

Sachant que $\mu_o = 4\pi.10^{-7}$ H.m^{-1}, $I_1 = 2{,}5$ mA, $I_2 = 25$ A, $a = 8$ cm, $b = z_o = 1$ cm, $m = 5\,\mu$g et $g = 10$ m.s^{-2}, le nombre N de spires constituant $(\mathscr{C}_1)$ est égal à :

A) 75	**B)** 175
C) 275	**D)** 375