

1. Informations concernant l'épreuve

Barème et mode de calcul note finale	/28 points 1 point par question
Durée	1h30
Calculatrice autorisée	OUI
Consignes pour les candidats	<i>Merci de ne rien marquer sur le sujet Pour chaque question de l'épreuve, une seule bonne réponse possible Répondez sur la grille séparée Seules les grilles correctement remplies seront corrigées</i>

2. Enoncé de l'épreuve pages 2 à 9

3. Thématiques couvertes page 9

4. Feuille de réponses page 10

Concours EG@ 2022

2. Enoncé : Epreuve écrite de Physique

Durée : 1h30 heure

NB. : Dans cette épreuve, on demande d'indiquer, pour chaque question, la bonne réponse parmi celles qui sont proposées. En cas de choix entre des valeurs numériques, la réponse choisie sera celle qui est la plus proche de celle calculée par le candidat.

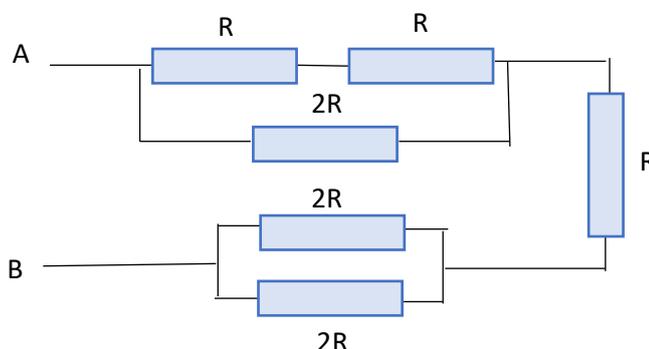
Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

Une lecture attentive des énoncés est recommandée aux candidats.

Cette épreuve contient une partie I associée à des exercices considérés comme simples et une partie II qui peut demander plus de réflexions. La note de chaque partie sera considérée dans l'évaluation globale et le classement des candidats.

Partie I

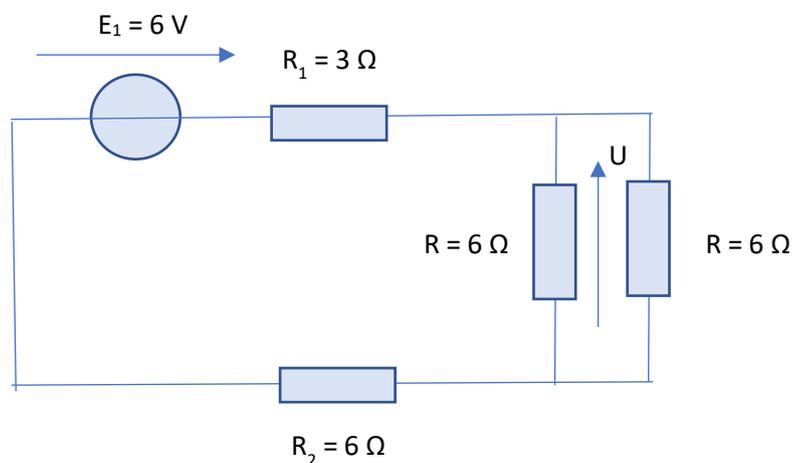
1. On considère l'association de résistances schématisées sur la figure ci-contre.



Question 1 : Déterminer la résistance équivalente R_{AB} .

- A)** $R_{AB} = 2R$; **B)** $R_{AB} = 3R$; **C)** $R_{AB} = R$; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

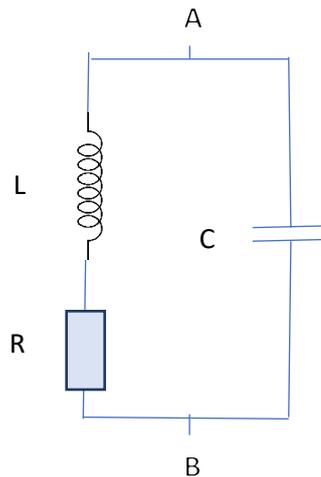
2. On considère le circuit schématisé sur la figure ci-contre.



Question 2 : Déterminer la tension U aux bornes des résistances R

- A)** $U = 4 \text{ V}$; **B)** $U = 2 \text{ V}$; **C)** $U = 1,5 \text{ V}$; **D)** aucune des trois réponses précédentes

3. On considère le circuit schématisé sur la figure ci-contre comprenant une résistance, une bobine et un condensateur.



Question 3 : Déterminer l'expression de l'impédance complexe Z_{AB} :

- A)** $Z_{AB} = \frac{R+jL\omega}{\frac{1}{jC\omega}}$; **B)** $Z_{AB} = \frac{1}{R+jL\omega} + jC\omega$; **C)** $\frac{1}{Z_{AB}} = R + jL\omega + \frac{1}{jC\omega}$; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

4. Un véhicule roulant à 30 km/h s'immobilise sur une route droite et horizontale par l'application à l'instant de début de freinage d'une force de frottement F (supposée constante). La distance parcourue avant l'arrêt complet est de 30 m.

Question 4 : En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, calculer quelle serait la distance parcourue avant l'arrêt si la vitesse initiale était de 60 km/h ? On négligera la résistance de l'air.

- A)** 60 m ; **B)** 90 m ; **C)** 120 m ; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

5. Une masse m est reliée à un ressort de longueur à vide égale à l_0 et de constante de raideur k . La masse m glisse sans frottement sur une table horizontale. Cette masse est déplacée dans l'axe du ressort, conduisant à une longueur du ressort l_1 , supérieure à l_0 , puis relâchée sans vitesse initiale.

Question 5 : Le mouvement de la masse m est :

- A)** un mouvement rectiligne uniforme de retour à la position initiale

- B)** un mouvement oscillatoire de pulsation $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

- C)** un mouvement oscillatoire de pulsation $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$

- D)** aucune des trois réponses précédentes

Question 6 : Parmi les propositions suivantes, laquelle vous semble exacte ?

- A) La vitesse maximale de la masse est atteinte lorsque le ressort passe à la longueur l_0
- B) La vitesse de la masse est nulle lorsque le ressort passe à la longueur l_0
- C) L'allongement maximal du ressort sera supérieur à la longueur l_1
- D) aucune des trois réponses précédentes

6. On considère un objet réel AB de 10 cm de hauteur, A étant sur l'axe optique, placé à 1 m d'une lentille mince convergente de distance focale $f' = 40$ cm.

Question 7 : Parmi les propositions suivantes, laquelle est vraie ?

- A) L'image A'B' est inversée et plus grande que l'objet
- B) L'image A'B' est inversée et plus petite que l'objet
- C) Si on approche l'objet de la lentille, son image réelle se rapproche de la lentille
- D) aucune des trois réponses

On cherche à obtenir une image de AB de 2,5 cm de hauteur.

Question 8 : A quelle distance de la lentille faut-il placer l'objet AB ?

- A) 0,80 m ; B) 1,20 m ; C) 1,60 m ; D) 2,00 m

7. On considère un montage des fentes de Young constitué de deux fentes très fines S_1 et S_2 parallèles, horizontales, séparées d'une distance $a = 2$ mm, illuminé par un dispositif monochromatique cohérent de longueur d'onde λ . On observe ce qui se passe sur un écran parallèle au plan des fentes et placé à une distance D , égale à 2 m du plan des fentes. On considèrera l'indice de réfraction du milieu égal à 1. On rappelle que la vitesse de la lumière dans le vide est de 3×10^8 m.s⁻¹.

Question 9 : Qu'observe-t-on initialement sur l'écran ?

- A) une tache lumineuse uniforme ; B) un réseau de franges verticales ; C) un réseau de franges horizontales ; D) aucune des trois réponses

La distance d entre les franges brillantes d'ordre ± 5 , situées de part et d'autre de la frange centrale, est égale à 5 mm.

Question 10 : La relation donnant l'interfrange i en fonction des paramètres du montage s'écrit :

- A) $i = a\lambda/D$; B) $i = aD/\lambda$; C) $i = D/a\lambda$; D) aucune des trois réponses

Question 11 : La longueur d'onde du rayonnement incident vaut :

- A) $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$; B) $\lambda = 0,55 \mu\text{m}$; C) $\lambda = 0,45 \mu\text{m}$; D) aucune des trois réponses

Question 12 : La fréquence ν de ce rayonnement vaut donc :

- A) $\nu = 6 \times 10^{12}$ Hz ; B) $\nu = 6 \times 10^{13}$ Hz ; C) $\nu = 6 \times 10^{14}$ Hz ; D) $\nu = 6 \times 10^{15}$ Hz

8. Un récipient thermostaté, de volume initial $V_i = 1 \text{ L}$, est maintenu à la température de T_0 de 100°C . Il contient de l'air à une pression partielle $P_a = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$ et un gramme d'eau partiellement à l'état liquide et à l'état de vapeur saturante sous la pression P_e . On négligera le volume du liquide (V_l) devant celui du gaz et l'air ainsi que la vapeur d'eau seront considérés comme des gaz parfaits. La pression de vapeur saturante de l'eau à 100°C est égale à 10^5 Pa .

Question 13 : Le nombre de moles d'eau à l'état gazeux (n_{eg}) vérifie :

A) $n_{eg} = \frac{P_a V_i}{RT_0}$; **B)** $n_{eg} = \frac{P_e V_i}{RT_0}$; **C)** $n_{eg} = \frac{P_e V_l}{RT_0}$; **D)** aucune des trois réponses

Question 14 : La pression totale (P_i) au sein du récipient est égale à :

A) $P_i = 10^5 \text{ Pa}$; **B)** $P_i = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$; **C)** $P_i = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$; **D)** aucune des trois réponses

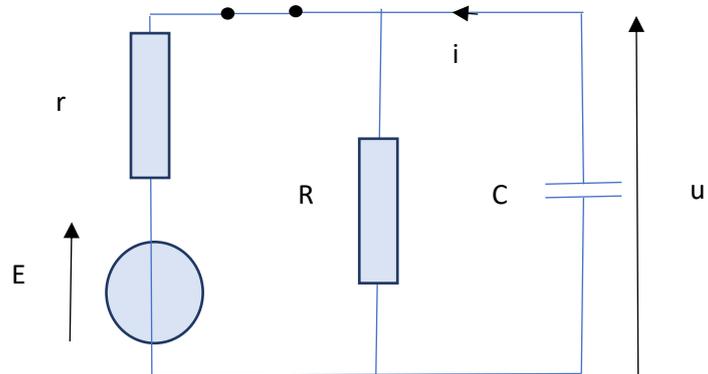
On cherche à faire passer toute l'eau sous forme de vapeur, à température constante.

Question 15 : Quelle action faut-il conduire ?

- A)** Une compression isotherme ; **B)** une détente isotherme ; **C)** une compression adiabatique ;
D) aucune des trois réponses

Partie II

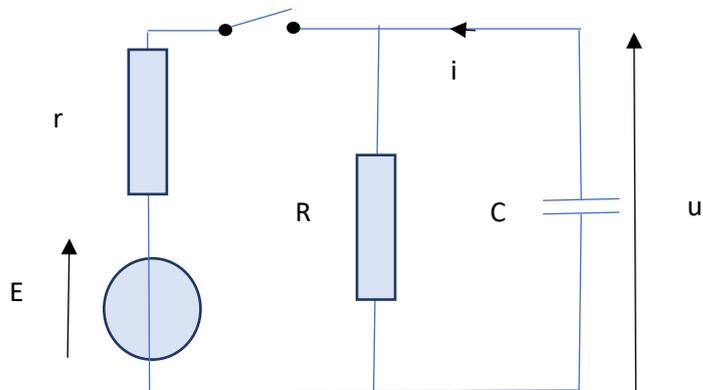
9. On considère initialement le montage ci-contre dans lequel le circuit est alimenté par une tension continue E , l'interrupteur étant fermé.



Question 16 : Après une phase transitoire d'une durée suffisante, le condensateur est chargé et le courant i dans la branche contenant le condensateur vaut :

- A)** $i = \frac{E}{r+R}$; **B)** $i = 0$; **C)** $i = \frac{E(r+R)}{rR}$; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

On considère maintenant le même montage, mais on ouvre l'interrupteur à l'instant $t = 0$. (Cf figure ci-contre). On s'intéresse aux phénomènes transitoires apparaissant à l'ouverture de l'interrupteur.



Question 17 : A l'ouverture de l'interrupteur, la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur s'écrit :

- A)** $u(t) = R i(t)$; **B)** $u(t) = (r + R) i(t)$; **C)** $u(t) = \frac{C}{R} t$; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

Question 18: A l'ouverture de l'interrupteur, le courant $i(t)$ s'écrit :

- A)** $i(t) = \frac{E}{R+r} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$; **B)** $i(t) = 0$; **C)** $i(t) = \frac{E}{R+r} \exp\left(-\frac{t}{C}\right)$; **D)** aucune des trois réponses précédentes.

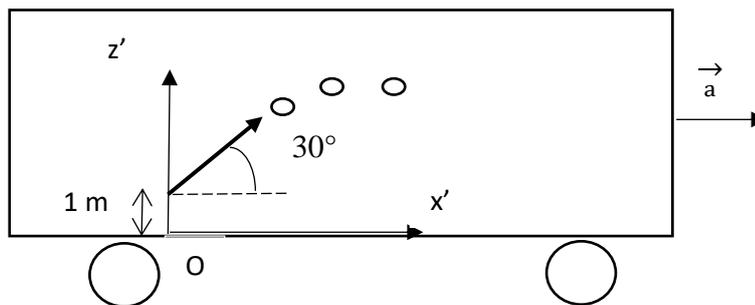
10. On considère un palet de masse m , reposant sur un plan, initialement horizontal, mais qu'un dispositif permet d'incliner d'un angle α par rapport à cette position initiale. Le palet subit une force de frottement solide avec le support. Cette force obéit aux lois de Coulomb.

Un expérimentateur constate qu'il est possible de lever le plan jusqu'à un angle limite α_{lim} en dessous duquel le palet reste immobile.

Question 19 : Quelle affirmation ci-dessous est exacte ?

- A) L'angle α_{lim} augmente lorsque la masse m augmente
- B) L'angle α_{lim} est uniquement lié au coefficient de frottement
- C) Lorsque le plan est incliné d'un angle égal à α_{lim} , le palet descend initialement puis s'immobilise.
- D) Lorsque le plan est incliné d'un angle égal à α_{lim} , la vitesse de descente du palet ne dépend que de la masse du palet.

11. On considère le jet d'une bille de masse $m = 50$ g, à l'intérieur d'un wagon faisant partie d'un train en mouvement rectiligne uniformément varié (accélération : $a = 1$ m.s⁻²). Le jet a lieu à partir d'une hauteur de 1 m et avec un angle de 30° par rapport à l'horizontale et est réalisé dans le sens de déplacement du train. La vitesse initiale de la bille lancée est de 3 m.s⁻¹. On négligera les frottements et l'accélération de la pesanteur sera prise égale à 10 m.s⁻². On considèrera le référentiel du train en mouvement ($0, x', z'$) avec les conventions d'axes de la figure, l'origine O étant prise sur le plancher du wagon, à l'aplomb du point de départ de la bille.



Question 20 : Dans le référentiel du train en mouvement défini ci-dessus, l'équation régissant la projection du mouvement selon x' s'écrit :

- A) $x'(t) = 0.5t^2 + 1,5t$
- B) $x'(t) = -0.5t^2 + 2,6t$
- C) $x'(t) = 5t^2 + 1,5t$
- D) $x'(t) = -5t^2 + 2,6t$

Question 21 : Dans le référentiel du train en mouvement défini ci-dessus, l'équation régissant la projection du mouvement selon z' s'écrit :

- A) $z'(t) = -0,5t^2 + 2,6t + 1$
- B) $z'(t) = -5t^2 + 1,5t + 1$
- C) $z'(t) = 0.5t^2 - 2,6t + 1$
- D) aucune des trois réponses

Question 22 : A quelle distance, par rapport au point de lancement, la bille touchera le plancher du wagon ?

- A) 142 cm
- B) 112 cm
- C) 285 cm
- D) aucune des trois réponses

La même bille est lancée dans les mêmes conditions lorsque le train a acquis une vitesse constante de 250 km/h.

Question 23 : Quelle est la proposition exacte parmi les choix suivants :

- A) La bille touchera le sol du wagon à la même distance que précédemment
- B) La bille touchera le sol du wagon plus loin que précédemment
- C) La bille touchera le sol du wagon moins loin que précédemment
- D) aucune des trois réponses

12. Une masse m , reposant sans frottement sur un plan horizontal, est attachée au bout de 2 ressorts de constantes de raideur respectives k_1 et k_2 et de longueurs à vide respectives l_{10} et l_{20} (figure 13-1). La masse m est déplacée de sa position initiale, augmentant la longueur des ressorts (dont la valeur à un instant t sera écrite l_1 et l_2), puis relâchée sans vitesse initiale.

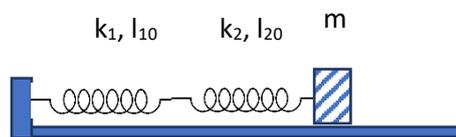


Figure 13-1

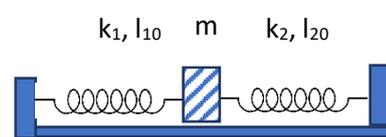


Figure 13-2

Question 24 : Quelle est l'équation différentielle du mouvement de la masse m ? (On prendra l'origine de l'axe x au point d'attache du ressort 1)

- A) $m\ddot{x} + k_2(l_2 - l_1) = 0$
- B) $m\ddot{x} + (k_1 + k_2)(x - l_{10}) = 0$
- C) $m\ddot{x} + \left(\frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}\right)(x - (l_{10} + l_{20})) = 0$
- D) $m\ddot{x} + \left(\frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}\right)x = 0$

La masse m est maintenant fixée entre les 2 ressorts, le ressort 2 étant également attaché à un support fixe (figure 13-2). Elle est déplacée d'une distance x par rapport à sa position au repos, contribuant à allonger le ressort 1 et comprimer le ressort 2, puis relâchée sans vitesse initiale.

Question 25 : La masse m est alors animée :

- A) d'un mouvement oscillatoire de période $T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{|k_2 - k_1|}{m}}$
- B) d'un mouvement oscillatoire de période $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{|k_2 - k_1|}}$
- C) d'un mouvement oscillatoire de période $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_2 + k_1}}$
- D) d'un mouvement oscillatoire de période $T = 2\pi \sqrt{\frac{m k_1 k_2}{k_2 + k_1}}$

13. Une enceinte cylindrique fermée par un piston glissant sans frottement contient 500 g d'hélium gazeux (masse molaire 4 g/mol). A l'état initial (1), le volume est de $V_1 = 100$ l et la température est de $T_1 = 300^\circ\text{C}$. On suppose le gaz parfait et on rappelle que l'énergie interne d'une mole de gaz parfait monoatomique à la température T s'écrit $U = 3/2 RT$ où $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

Question 26 : Calculer la capacité thermique massique à volume constante C_v de l'hélium

A) $C_v = 1,56 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$; **B)** $C_v = 3,12 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$; **C)** $C_v = 4,68 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$; **D)** $C_v = 5,15 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

On applique réversiblement une détente isotherme qui augmente le volume de l'enceinte à $V_2=200$ l.

Question 27 : Calculer la pression P_2 du gaz.

A) $P_2=2,98 \times 10^5 \text{ Pa}$; **B)** $P_2=2,98 \times 10^6 \text{ Pa}$; **C)** $P_2=1,56 \times 10^5 \text{ Pa}$; **D)** $P_2=1.56 \times 10^6 \text{ Pa}$

Question 28 : Calculer le travail W_{12} reçu par le gaz lors de cette transformation isotherme.

A) $W_{12} = -413 \text{ kJ}$; **B)** $W_{12} = -144 \text{ kJ}$; **C)** $W_{12} = 144 \text{ kJ}$; **D)** $W_{12} = 413 \text{ kJ}$

3. Thématiques couvertes

Optique

optique géométrique

interférences : dispositif de Young

Mécanique

Système masse-ressort, référentiel non galiléen, forces de frottement

Thermodynamique

Gaz parfait

Echange de chaleur et travail

Electricité

Electrocinétique

Impédance complexe

4. Feuille de réponses :

Noms et Prénoms

Les réponses aux questions sont à donner exclusivement sur cette feuille : les réponses données sur les feuilles précédentes ne seront pas prises en compte.

Partie I	Partie II
Question 1 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 16 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 2 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 17 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 3 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 18 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 4 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 19 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 5 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 20 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 6 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 21 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 7 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 22 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 8 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 23 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 9 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 24 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 10 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 25 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 11 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 26 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 12 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 27 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 13 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Question 28 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
Question 14 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	
Question 15 : A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	
Note (/15) :	Note (/13)
Note finale (/28) :	