

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES et FRANCO-SLOVAQUE**

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE

Année scolaire 2018/2019
Session de mai 2019

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 3h

Le sujet est constitué de cinq exercices indépendants de même importance. Les candidats peuvent donc les résoudre dans l'ordre qui leur convient, en rappelant le numéro de l'exercice et des questions qui s'y rapportent.

Si au cours de l'épreuve un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

Les correcteurs tiendront compte des qualités de soin, de rédaction et de présentation.

L'utilisation des calculatrices est autorisée dans les conditions prévues par la réglementation.

La feuille de réponse du questionnaire à choix multiples, page 10 est à renuméroter et à rendre avec la copie.

Chaque page x de la copie sera numérotée au milieu « x/n », n étant le nombre total de pages.

Plan du sujet :

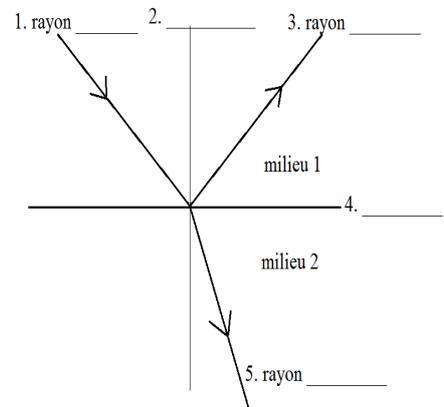
- | | |
|---|--|
| 1. Questions de cours..... | Optique Géométrique |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Détermination du champ magnétique terrestre |
| 3. Problème..... | Datation Potassium-Argon |
| 4. Étude de documents..... | Eclairage : lampe à incandescence, tube fluorescent ou DEL |
| 5. Questionnaire à choix multiples..... | Mécanique |

Questions de cours : Optique Géométrique

Les parties A, B et C peuvent être traitées de façon indépendante.

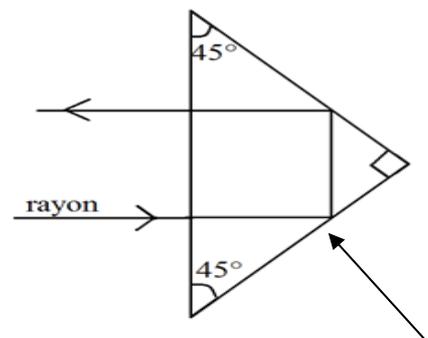
Partie A.

1. Recopier le schéma ci-contre et le compléter en y écrivant les cinq mots manquants.
2. Définir l'indice de réfraction n d'un milieu transparent homogène.
3. Citer la deuxième loi de Snell-Descartes pour la réfraction avec des angles i_1 et i_2 .
4. Placer ces angles sur votre schéma.
5. Comparer n_1 , l'indice du milieu 1 et n_2 , celui du milieu 2 dans la situation du schéma ci-contre. Justifier la réponse en utilisant la loi de la question 3.



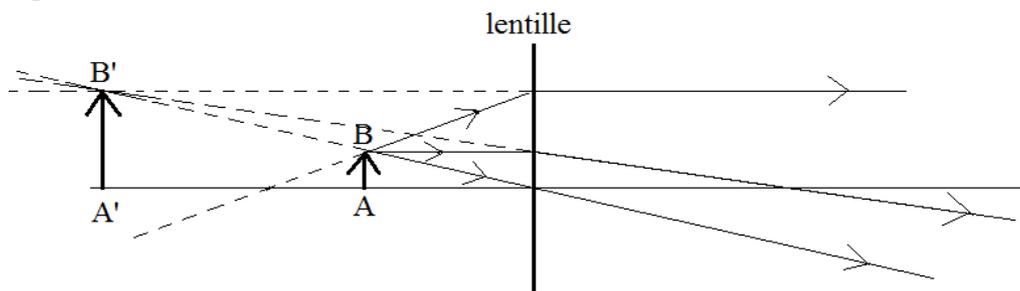
Partie B.

6. Un rayon d'une lumière monochromatique traverse un prisme dont l'indice de réfraction n est 1,5 (voir le schéma ci-contre).
 Quel phénomène physique a lieu au point désigné par la flèche qui n'appartient pas au rayon ?



Partie C.

Une lentille mince, un objet AB, son image A'B' et les trois rayons caractéristiques, issus de B, sont représentés sur le schéma ci-dessous.



7. Donner les 3 caractéristiques de l'image A'B' sans justification.
8. Recopier cette figure et indiquer dessus le centre optique O et les foyers objet F et image F' de la lentille.
9. Justifier la nature (convergente ou divergente) de la lentille indiquée sur la figure.
10. Quelles sont les 3 caractéristiques de l'image A''B'' si la distance objet-lentille OA double ? Justifier la réponse avec une autre construction.

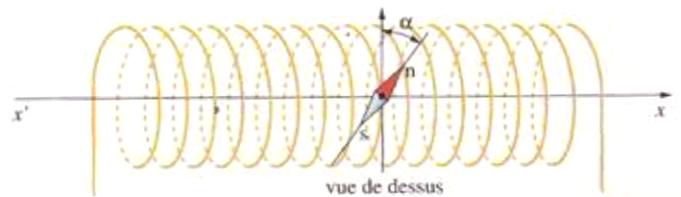
Exercice à caractère expérimental : Détermination du champ magnétique terrestre

On se propose de déterminer expérimentalement la valeur B_H de la composante horizontale du champ magnétique terrestre.

Le dispositif expérimental comporte, en série, un générateur de tension, un ampèremètre, un rhéostat, une bobine plate, une aiguille aimantée placée au centre de cette bobine, un interrupteur et des fils de connexion.

- 1) Faire le schéma du montage.
- 2) À quoi sert le rhéostat dans ce montage ?

En l'absence de courant, l'aiguille aimantée, se trouvant au centre de la bobine, s'oriente selon le champ magnétique terrestre, c'est-à-dire perpendiculairement à l'axe ($x'x$) de la bobine. Lorsqu'un courant électrique circule dans la bobine, l'aiguille aimantée est déviée de sa position d'origine d'un angle α vers la droite.



- 3) Recopier le schéma de la bobine et tracer le vecteur champ magnétique \vec{B}_B de la bobine en son centre O .
- 4) En déduire les faces Nord et Sud de la bobine ainsi que le sens du courant qui circule dans les spires.
- 5) Exprimer la relation entre B_B et B_H et $\tan(\alpha)$.

On fait maintenant varier l'intensité du courant I dans le circuit et on mesure l'angle α .

Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

I (A)	3,4	2,6	2,0	1,4	0,7
α (°)	70	65	58	47	28
$\tan(\alpha)$					
B_B ($\cdot 10^{-5}$ T)					

- 6) Recopier et compléter les deux dernières lignes du tableau ci-dessus, sachant que la bobine plate utilisée est constituée de $N = 5$ spires qui ont pour rayon $R = 0,2$ m.
Pour cela, utiliser la formule : $B_B = \frac{4 \pi \cdot 10^{-7} \cdot N \cdot I}{2 \cdot R}$.
- 7) Tracer le graphique de B_B en fonction de $\tan(\alpha)$.
Echelles : 1 cm pour 0,2 en abscisses et 1cm pour $1 \cdot 10^{-5}$ T en ordonnées.
- 8) Déterminer le coefficient directeur a de la droite obtenue sur le graphique. En déduire la valeur expérimentale de $B_{H,exp}$.
- 9) La valeur théorique de $B_{H, th}$ étant $2,00 \cdot 10^{-5}$ T, calculer l'écart relatif δ_e de $B_{H,exp}$ par rapport à $B_{H,th}$ et conclure.

Problème : Datation Potassium-Argon

Un noyau de potassium 40 (${}^{40}_{19}\text{K}$) est radioactif de masse $M({}^{40}_{19}\text{K}) = 39,964 \text{ u}$ et de demi-vie radioactive $t_{1/2} = 1,248 \cdot 10^9 \text{ ans}$. Il se désintègre en formant soit un noyau de calcium 40 (${}^{40}_{20}\text{Ca}$) dans 88,8 % des cas, soit un noyau d'argon 40 (${}^{40}_{18}\text{Ar}$) de masse $M({}^{40}_{18}\text{Ar}) = 39,948 \text{ u}$. Avec une méthode de datation, on a étudié une roche d'obsidienne contenant un volume $V({}^{40}_{18}\text{Ar})$ de $0,146 \text{ cm}^3$ d'argon 40 et une masse $m({}^{40}_{19}\text{K})$ de $0,823 \text{ mg}$ de potassium 40. L'âge t_r de cette roche a été estimé à $2,50$ milliards d'années ± 200 millions d'années.

Données : Célérité de la lumière dans l'air : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273,15$;
Masse d'un positron : $m_p = 5,49 \cdot 10^{-4} \text{ u}$; Masse atomique : $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$;
Pression de l'argon 40 : $P = 101\,325 \text{ Pa}$; Température lors de l'expérience : $\theta = 20^{\circ}\text{C}$;
Constante des gaz parfaits : $R = 8,32 \text{ S.I.}$; Nombre d'Avogadro : $\mathcal{N}_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Rappels : loi des gaz parfaits : $P V = n R T$ et $N({}^{40}_{18}\text{Ar}) = n \times \mathcal{N}_A$.

- 1) Ecrire les équations des deux désintégrations évoquées dans le texte et préciser la nature des désintégrations.
- 2) Après avoir exprimé $V({}^{40}_{18}\text{Ar})$ en m^3 et T en Kelvins, calculer $N({}^{40}_{18}\text{Ar})$, le nombre de noyaux d'argon 40 contenus dans cette roche d'obsidienne.
- 3) En supposant qu'à $t = 0 \text{ s}$, la roche ne contenait pas de noyaux d'argon 40, vérifier alors que le nombre de noyaux de potassium 40 qui se sont désintégrés dans cette roche est de $3,26 \cdot 10^{19}$.
- 4) Calculer $N(t)$, le nombre de noyaux de potassium 40 encore contenus dans cette roche.
- 5) Vérifier alors que N_0 , le nombre de noyaux de potassium 40 contenus dans cette roche à $t = 0 \text{ s}$, était égal à $4,50 \cdot 10^{19}$.
- 6) Rappeler la loi de décroissance radioactive ; puis, montrer que l'âge t d'un échantillon radioactif est égal à : $\frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \times \ln\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)$.
- 7) Calculer l'âge t de la roche et vérifier si cet âge est en accord avec t_r , l'estimation de son âge donnée dans l'énoncé.

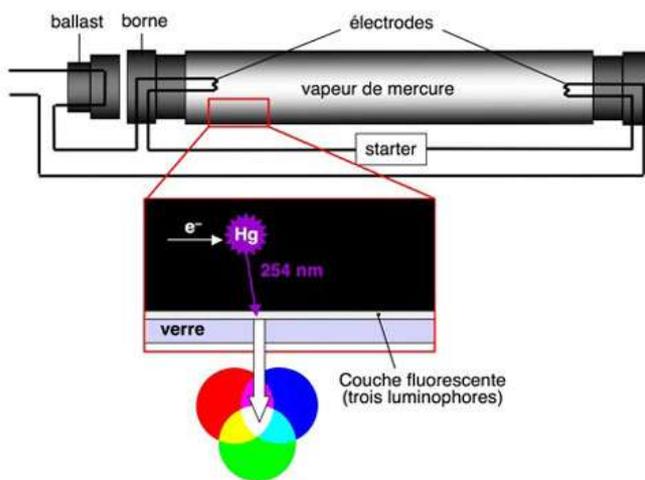
Etude de document : Lampes et éclairage.

Document 1 : Principes fondamentaux.

La lampe classique à incandescence : Le principe des lampes incandescentes est la chaleur. En effet, tout corps porté au-dessus de 700 K émet un rayonnement électromagnétique dans le visible, il est alors dit "incandescent". Plus sa température est élevée, plus la couleur émise va du rouge vers le blanc (700 K à 6000 K), pour virer ensuite vers le bleu (7000 K à 20000 K).

La lampe halogène : Ces lampes fonctionnent sur le même principe que les que les lampes incandescentes, à la différence que l'intérieur de la lampe en quartz (à cause des hautes températures) contient des gaz halogénés. A cause de la chaleur, les atomes de tungstène qui composent le filament sont expulsés par sublimation, puis viennent réagir avec le gaz halogène, formant des halogénures de tungstène. Cette molécule se dissocie au contact du filament chaud, rendant les halogènes et le tungstène disponibles pour le cycle suivant.

La lampe fluorescente compacte : Ces lampes sont constituées d'un tube, fermé de chaque côté par une électrode, et contenant une très faible quantité de mercure. Une décharge électrique (émission d'électron) dans ces vapeurs de mercure provoque l'excitation des



atomes de mercure qui vont émettre un rayonnement électromagnétique ultraviolet. Ce rayonnement vient activer des luminophores, tapissés sur la paroi du tube, qui, à leur tour, émettent une lumière colorée.

Grâce à ses bonnes performances en durée de vie et efficacité lumineuse, à son bon rendu des couleurs et à un prix raisonnable, la fluorescence est la source privilégiée depuis des décennies en éclairage intérieur. Ses

performances sont maintenant dépassées par les DEL mais elle reste encore très utilisée car sensiblement moins chère.

La lampe à diode électroluminescente (DEL) : Basé sur la physique des matériaux semi-conducteurs, l'émission de lumière est due à une tension appliquée aux bornes d'un semi-conducteur de type n (pour négatif, car il possède un excès d'électrons) et un semi-conducteur de type p (pour positif, car il possède un déficit d'électrons) ; cette tension fait migrer les électrons vers des « trous » (zônes déficitaires en électrons) : la recombinaison trou-électron s'accompagne d'une émission de lumière. La longueur d'onde du rayonnement dépend du matériau utilisé. Pendant longtemps, seules des diodes aux trois couleurs rouge, jaune et vert, ont pu être produites. La plupart des DEL blanches possèdent un luminophore supplémentaire de couleur jaune-orange permettant de reconstituer un spectre d'émission relativement plat. Pour cela, le semi-conducteur émet une lumière bleue (et monochromatique), qui est absorbée en partie par le luminophore et transformée par celui-ci en couleurs allant du vert au rouge. La superposition de cette émission et du bleu qui n'a pas été absorbé permet de recréer le spectre de la lumière blanche ou tout du moins de s'en rapprocher.

Document 2 : Flux lumineux et durée de vie des lampes.

	Flux lumineux				Durée de vie en h
	450 lm	800 lm	1100 lm	1600 lm	
Lampe classique	40 W	60 W	75 W	100 W	1000
Lampe halogène	29 W	43 W	53 W	72 W	2000
Lampe fluo-compacte	10 W	13 W	18 W	23 W	6000
Lampe à DEL	5 W	10 W	15 W	20 W	50000

Rendement lumineux

Le rendement lumineux est défini comme le rapport du flux lumineux émis sur la puissance électrique consommée. Il s'exprime en lumen par watt (lm/W). Ce paramètre permet de comparer l'efficacité de la conversion de l'énergie en lumière visible des diverses sources de lumière.

Remarque : 6 points seront attribués à la qualité de l'expression, de la syntaxe et de l'orthographe.

Questions :

- 1) Retrouver dans le texte deux phénomènes produisant de la lumière.
- 2) Quelle est la différence entre les spectres de la lumière produite par une lampe halogène et la lumière produite par une DEL bleue ?
- 3) Faire un schéma de fonctionnement de la lampe halogène.
- 4) Expliquer pourquoi la lampe à incandescence a une durée de vie plus courte que la lampe fluorescente.
- 5) Pour quelles raisons les DEL rencontrent-elles un tel succès ?
- 6) Pour un même éclairage de 800 lm :
 - a) au bout de combien de temps l'énergie consommée par une lampe DEL est-elle égale à celle consommée par une lampe halogène en 1 heure ?
 - b) comparer le rendement lumineux des deux lampes.

Questionnaire à choix multiples : Mécanique

Les questions qui suivent n'admettent **qu'une seule réponse correcte**. Aucune justification n'est demandée. Parmi les propositions, référencées A, B, C et D, **cocher l'unique bonne réponse dans la grille fournie page 9**. Cette grille devra être rendue avec votre copie.

Données utiles :

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ S.I.;

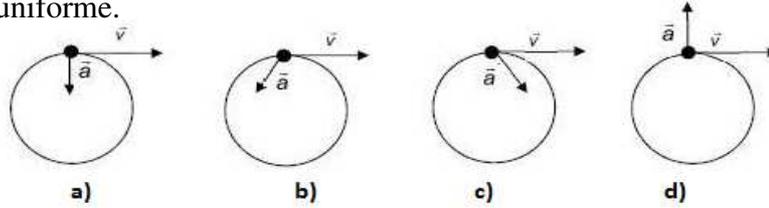
Intensité de la pesanteur terrestre : $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;

Rayon de la Terre : $R_T = 6\,378$ km; Masse de la Terre : $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg;

Rayon de la planète Mars : $R_M = 3\,390$ km ; Masse de Mars : $M_M = 6,39 \cdot 10^{23}$ kg.

1. Un point P est animé d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré dont les caractéristiques sont : $a = 10,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; $v_0 = 80,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $x_0 = 6,6$ m.
Quelle est la position x du point P à l'instant $t = 3,1$ s?
a) 380 m ;
b) 422 m ;
c) 1 421 m ;
d) 307 m.
2. Une boule de masse $m = 29,1$ kg tombe en chute libre, sans vitesse initiale. Combien vaut la vitesse v de la boule au bout de 28,6 s si on néglige les frottements de l'air ?
a) $281 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
b) $195 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
c) $712 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
d) $42,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
3. Une boule de masse $m = 10,9$ kg tombe en chute libre, sans vitesse initiale. Combien vaut la vitesse v de la boule lorsqu'elle a parcouru 48,1 m si on néglige les frottements de l'air ?
a) $28,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
b) $102 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
c) $40,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
d) $30,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
4. Un point décrit un mouvement circulaire de rayon $R = 1,5$ m à la vitesse constante $v = 3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. La valeur a_n de l'accélération normale du point est :
a) $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;
b) $1,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;
c) $6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;
d) $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
5. Une balle est lancée verticalement vers le haut. On néglige les frottements de l'air. Quelle(s) est (sont) la (les) force(s) agissant sur la balle lors de sa montée?
a) Une force verticale vers le haut ;
b) Son poids ;
c) Son poids et une force verticale vers le haut, constante ;
d) Son poids et une force verticale vers le haut, décroissante.

6. Choisir, parmi les schémas ci-dessous, celui qui correspond à un mouvement circulaire et uniforme.



7. Le point M parcourt un cercle de rayon $R = 10 \text{ cm}$ à la vitesse constante $v = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. La période de rotation T est égale à :
- $10 \pi \text{ ms}$;
 - $5 \pi \text{ ms}$;
 - $100 \pi \text{ ms}$;
 - $20 \pi \text{ ms}$.
8. Si un satellite gravite à l'altitude z de 710 km par rapport au sol terrestre, sa période de révolution T est égale à :
- 5 938 s ;
 - 11 874 s ;
 - indépendante de la masse de la Terre ;
 - 24 heures.
9. Quelle est la valeur g_M du vecteur champ de gravitation sur le sol de Mars ?
- $6,20 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$;
 - $3,71 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$;
 - $3,71 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$;
 - $1,04 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
10. Un parachutiste chute verticalement, pendant une durée donnée, à une vitesse constante.
Le poids total du parachutiste et de son équipement a une valeur de 900 N.
La valeur de l'intensité R de la résistance de l'air est :
- très légèrement inférieure à 900 N ;
 - très légèrement supérieure à 900 N ;
 - exactement égale à 900 N ;
 - nulle.
11. Un projectile de masse $m = 100 \text{ g}$ possède, à un instant de date $t = 0 \text{ s}$, une vitesse horizontale de valeur égale à $v_0 = 300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Au bout de $t = 1,5 \text{ s}$, il possède une vitesse toujours horizontale de valeur égale cette fois à $v_{1,5} = 285 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. L'intensité R de la résistance de l'air, supposée constante pendant cette durée, est égale à :
- 0,1 N ;
 - 1 N ;
 - 10 N ;
 - 100 N.

- 12.** Une voiture de masse $m = 1\,600$ kg roule à une vitesse v de $60 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$. Soudain elle freine et s'arrête sur une distance de 45 m.
La valeur f de la force de freinage, supposée constante, est égale à :
- a) 64 kN ;
 - b) 2,5 kN ;
 - c) 2,1 kN ;
 - d) 4,9 kN.
- 13.** Dans un référentiel galiléen, un point mobile est animé d'un mouvement rectiligne dont la vitesse est donnée par : $v(t) = 15 \cdot t + 10$. Sa position peut être alors exprimée par :
- a) $x(t) = 7,5 \cdot t^2 + 10 \cdot t + 8$;
 - b) $x(t) = 30 \cdot t^2 + 10 \cdot t - 8$;
 - c) $x(t) = 30 \cdot t^2 + 5 \cdot t + 8$;
 - d) $x(t) = 15 \cdot t^2 + 1 \cdot t - 8$.
- 14.** Un disque de diamètre $D = 120$ cm tourne autour de son centre avec une vitesse angulaire $\omega = 2,5 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$. La vitesse v d'un point à sa périphérie vaut :
- a) $3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 - b) $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 - c) $150 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 - d) $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- 15.** Un pendule simple qui évolue autour de sa position d'équilibre stable dans le champ de pesanteur a une période T qui est proportionnelle à :
- a) la masse du pendule ;
 - b) la longueur du fil ;
 - c) la racine carrée de la longueur du fil ;
 - d) l'intensité de la pesanteur.

Questionnaire à choix multiples : Mécanique

Les questions qui suivent n'admettent **qu'une seule réponse correcte**. Aucune justification n'est demandée. Parmi les propositions, référencées a, b, c et d, **cocher l'unique bonne réponse dans la grille ci-dessous**. Cette grille devra rester anonyme et être agrafée avec votre copie. Il n'y a pas de points négatifs pour les mauvaises réponses.

**Cette feuille est à dégraffer et à rendre
avec la copie.**

Le candidat répond sur cette feuille annexe en faisant une croix, pour chaque question, dans la case correspondant à la bonne réponse. Aucune justification n'est demandée. Il n'y a qu'une seule bonne réponse par question.

Exemple : 0- Albert Einstein était: A un chanteur de jazz
 B un peintre
 C un physicien
 D un dentiste

Inscrire une croix dans la case correspondant à la bonne réponse, comme ci-dessous :

	A B C D
0.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

En cas d'erreur, barrer les 4 cases et noter la bonne réponse à côté, comme ci-dessous :

	A B C D	
0.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	0C

GRILLE DE REPONSES :

	A	B	C	D		A	B	C	D
1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	13.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	14.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
7.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
8.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
9.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
10.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

