

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES  
FRANCO-TSCHEQUES ET FRANCO-SLOVAQUES**

**EXAMEN DE MATURITA BILINGUE**

Année scolaire 2009/10  
Maturita blanche mars 2010

**EPREUVE DE PHYSIQUE**

**Durée : 3 heures**

---

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 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.

---

**Plan du sujet :**

- |   |  |
|---|--|
| 1. Questions de cours.....                | Propriétés de la lumière                                     |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Détermination expérimentale du vecteur accélération          |
| 3. Problème.....                          | La fusion nucléaire  |
| 4. Etude de document.....                 | Mais que deviennent les photons quand on éteint la lumière ? |
| 5. Questionnaire à choix multiple.....    | Oscillations électriques                                     |

## Questions de cours Propriétés de la lumière

On dispose d'un laser hélium-néon, qui émet une lumière rouge, considérée monochromatique de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 633 \text{ nm}$ .

On rappelle la vitesse de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

- 1- a) Donner la relation entre la longueur d'une onde et sa fréquence. Quelle grandeur est caractéristique de l'onde et ne change pas quel que soit le milieu ?  
b) Définir l'indice  $n$  d'un milieu.  
c) Calculer la fréquence de la lumière émise par le laser.  
d) Calculer la vitesse de cette lumière dans un verre d'indice  $n = 1,5$ . En déduire la longueur d'onde du laser dans ce verre.  
e) Décrire ce qui se passerait si on faisait passer une lumière polychromatique dans ce verre. Comment nomme-t-on cette propriété de la lumière mise ici en évidence ?
  
- 2- On aligne le laser, une fente horizontale de largeur  $a$  de l'ordre du micromètre, et un écran. La distance entre la fente et l'écran est  $D = 0,5 \text{ m}$ .  
a) Quel phénomène va-t-on observer ? Justifier.  
b) Dessiner ce que l'on observe sur l'écran.  
c) L'écart angulaire  $\theta$  (en radian) est la moitié de l'angle sous lequel est vue la tache centrale de largeur  $d = 5,3 \text{ cm}$  (sur l'écran) depuis la fente.  
Démontrer, en vous aidant d'un dessin, la relation suivante :  $\theta = d/2D$ .  
d) Dans ce cas, l'écart angulaire est aussi égal au rapport entre la longueur d'onde et la largeur de la fente. Déterminer la largeur exacte de la fente.
  
- 3- a) Schématiser « en vue de dessus » le dispositif des fentes de Young.  
b) Quel phénomène peut-on observer ? Indiquer sur le schéma précédent la zone de l'espace où ce phénomène pourra être observé.  
c) A quelle condition obtient une frange lumineuse ?
  
- 4- a) Quel modèle de la lumière est validé par ces expériences ?  
b) Quel autre modèle est proposé pour la lumière ?

**Exercice à caractère expérimental**  
**Détermination expérimentale du vecteur accélération**

Un mobile autoporteur, de masse  $m = 350\text{g}$ , relié à un point fixe O par un fil inextensible et de masse négligeable, se déplace sur une table à coussin d'air horizontale. On lance le mobile et on enregistre, à intervalles de temps  $\tau$  égaux, les positions  $M_i$  successives du centre d'inertie G du mobile.

On donne  $\tau = 50\text{ ms}$ .

A un instant donné, on coupe le fil qui lie le mobile avec le point O. On observe ainsi deux phases dans l'enregistrement, à l'échelle **1 : 4**, qui est fourni en annexe page 10.

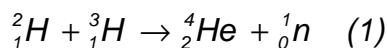
*Excepté la question 5-d), les différentes parties de cet exercice sont indépendantes.*

- 1- Donner l'intervalle des points de l'enregistrement correspondant à ces deux phases.
- 2- a) Quelles sont les caractéristiques du vecteur accélération pendant la deuxième phase ? Justifier.  
 b) Quelle est la nature du mouvement dans la deuxième phase ?  
 c) En déduire la somme vectorielle des forces pendant cette deuxième phase. Justifier.
- 3- a) Représenter sur un schéma les forces appliquées au mobile au cours de la première phase du mouvement.  
 b) En déduire la direction et le sens de la somme vectorielle des forces extérieures appliquées au mobile.
- 4- a) Déterminer le rayon R de la trajectoire pendant la première phase.  
 b) Calculer les vitesses aux points  $M_8$  et  $M_{12}$ . Comparer ces vitesses.  
 c) En déduire le mouvement du mobile pendant cette première phase.  
 d) Donner l'expression du vecteur accélération dans le repère de Frenet.  
 e) En déduire la valeur du vecteur accélération pendant la première phase du mouvement
- 5- a) Tracer les vecteurs vitesses  $\vec{v}_8$  et  $\vec{v}_{12}$ , en utilisant l'échelle :  $1\text{ cm} \equiv 0,2\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .  
 b) Tracer le vecteur  $\Delta\vec{v} = \vec{v}_{12} - \vec{v}_8$  au point  $M_{10}$ .  
 c) En déduire les caractéristiques du vecteur accélération  $\vec{a}_{10}$  au point  $M_{10}$ .  
 d) Comparer ces résultats avec ceux des questions 3- et 4-.  
 e) Quel théorème est ainsi mis en évidence ? Justifier.

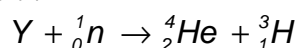
## Problème

### La fusion nucléaire

La fusion de deux noyaux légers en un noyau plus lourd est un processus qui libère de l'énergie. C'est le cas lors de la formation d'un noyau « d'hélium 4 » à partir de la réaction entre le deutérium et le tritium. On récupère une quantité d'énergie de quelques mégaélectronvolts (MeV), suivant la réaction :



Les « combustibles » utilisés dans le réacteur de fusion ne nécessitent pas de transport de matière radioactive. En effet, le deutérium n'est pas radioactif. Le tritium est fabriqué sur site, à partir d'un élément Y non radioactif suivant la réaction :



Données :

masse du neutron :  $m(n) = 1,674927 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ; masse du proton :  $m(p) = 1,672622 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;

masse d'un noyau de deutérium :  $m({}^2_1\text{H}) = 3,344497 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;

masse d'un noyau de tritium :  $m({}^3_1\text{H}) = 5,008271 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;

masse d'un noyau d'« hélium 4 » :  $m({}^4_2\text{He}) = 6,646483 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;

célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

#### 1- Le tritium

Donner la composition et le symbole du noyau Y en précisant les règles de conservation.

On donne un extrait de la classification périodique : H (Z=1), He (Z=2), Li (Z=3), Be (Z=4), B (Z=5).

#### 2- Le noyau de deutérium

2-a) Donner la composition du noyau de deutérium  ${}^2_1\text{H}$ .

2-b) Le deutérium et le tritium sont des isotopes. Justifier cette affirmation.

2-c) Donner l'expression littérale puis calculer la valeur du défaut de masse  $\Delta m({}^2_1\text{H})$  du noyau de deutérium.

2-d) En déduire l'énergie  $E({}^2_1\text{H})$  correspondant à ce défaut de masse en J puis en MeV. Comment appelle-t-on cette énergie ? Que représente-t-elle ?

#### 3- Étude de la réaction de fusion

On considère la réaction de fusion traduite par l'équation (1) dans le texte.

3-a) Donner l'expression littérale de l'énergie libérée par cette réaction en fonction des données de l'énoncé.

3-b) Calculer cette énergie en MeV.

#### 4- Ressources en deutérium.

On trouve le deutérium en abondance dans l'eau de mer. La ressource dans les océans est estimée à  $4,6 \times 10^{13}$  tonnes. En réagissant avec le tritium selon la réaction (1), 1 kg de deutérium libère une énergie de  $8,4 \cdot 10^{14} \text{ J}$ .

La consommation annuelle énergétique mondiale actuelle est d'environ  $4 \times 10^{20} \text{ J}$ . On fait l'hypothèse simplificatrice que seule 33% de l'énergie libérée par la réaction de fusion est réellement convertie en électricité.

Estimer en années, la durée  $\Delta t$  nécessaire pour épuiser la réserve de deutérium disponible dans les océans répondant à la consommation annuelle actuelle. Conclure.

## Etude de document

### Mais que deviennent les photons quand on éteint la lumière ?

Une fois la lumière éteinte, les photons ne sont plus émis par l'ampoule. Logique... Mais que deviennent ceux qui sont produits juste avant qu'on pousse l'interrupteur ? Eh bien, lorsque ces grains de lumière rencontrent un objet de la pièce, une partie d'entre eux traverse l'objet, une autre est réfléchi, et une troisième est absorbée. L'intensité de chacun de ces trois phénomènes dépend du matériau rencontré. Seuls les corps dits "transparents" seront traversés par les photons. Mais cette propriété dépend de la longueur d'onde du rayonnement. Par exemple, le verre est transparent à la lumière, mais quasi opaque au rayonnement infrarouge ! La majorité des liquides et des solides sont, eux, opaques : ils ne font qu'absorber et réfléchir la lumière, selon leur nature. Ainsi le béton absorbe 60% de la lumière et en réfléchit 40%. Quant aux murs peints, leur couleur détermine le pourcentage de lumière absorbée : 20% pour le blanc, 50% pour le bleu clair, 90% pour le violet !

Lors de la réflexion, le photon ne pénètre pas l'objet, mais "rebondit" sur lui. L'énergie du photon absorbé est convertie en énergie thermique... et en rayonnement ! Une histoire sans fin ? Prenons le cas simple et idéal d'une pièce hermétiquement close et tapissée de noir, dans laquelle on allume la lumière une fraction de seconde. Résultat : « L'énergie injectée sous forme de photons va être absorbée par les parois et élever leur température. En retour, les parois vont émettre d'autres photons, mais cette fois dans le domaine de l'infrarouge », explique Antoine Browanays, du CNRS. Qu'obtient-on au final dans la pièce ? « On ne peut pas absorber totalement les photons, car l'absorption s'accompagne toujours d'une émission ».

Au final, la part de photons de longueur d'onde située dans le visible va devenir négligeable, mais elle ne sera jamais nulle ! « Déjà complexe dans ce cas simple, modéliser le devenir des photons devient un défi dans une pièce quelconque... »

#### Questions sur le texte :

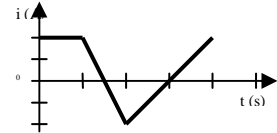
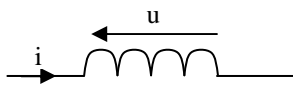
- 1- Que peuvent devenir les photons après la rencontre avec un corps physique quelconque ?  
Même question si ce corps est opaque.
- 2- Un corps dit "transparent" laisse-t-il passer forcément les rayons ultraviolets (UV) ? Justifier.
- 3- Que devient l'énergie lumineuse qui est absorbée par un corps ?
- 4- Est-il préférable de peindre les murs extérieurs d'une maison située dans une région où le climat est très chaud en blanc, en bleu ou en violet ? Justifier.
- 5- Peut-on utiliser une caméra infrarouge avec un objectif en verre ? Justifier.
- 6- Après le phénomène d'absorption, le photon émis est-il plus ou moins énergétique que celui émis ? Justifier.
- 7- Comment se comporte le photon pendant le phénomène de réflexion ?
- 8- Le béton est-il opaque ? Justifier.



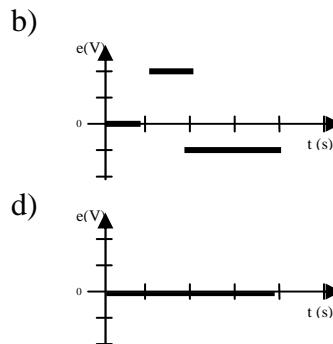
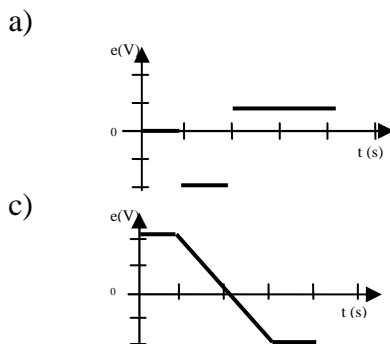
4- Une bobine d'inductance pure  $L = 0,1 \text{ H}$  est parcouru par un courant qui varie selon la loi  $i = 100 t$  dans l'intervalle de temps :  $0 \leq t \leq 0,1 \text{ s}$ , la valeur de la tension aux bornes de la bobine vaut alors :

- a) 0 V,
- b) 0,1 V,
- c) 10 V,
- d) 100 V.

5- Le solénoïde, représenté ci-dessous, est parcouru par un courant d'intensité variable représenté sur le schéma ci-contre :



Quelle est alors la variation de la tension induite aux bornes de ce solénoïde ?



6- La période des oscillations, dans un circuit LC d'inductance  $L = 0,1 \text{ H}$  et de capacité  $C = 0,1 \mu\text{F}$  est :

- a)  $10^{-4} \text{ s}$ ,
- b)  $6,3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ ,
- c)  $6,3 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ ,
- d)  $1,6 \cdot 10^{-5} \text{ s}$ .

7- La fréquence propre d'un dipôle LC :

- a) reste constante si  $L$  et  $C$  doublent,
- b) est diminuée de moitié si  $L$  et  $C$  doublent,
- c) double si  $L$  et  $C$  doublent,
- d) est multipliée par 4 si  $L$  et  $C$  doublent.

8- L'amortissement des oscillations d'un circuit RLC :

- a) dépend de valeur de  $C$ ,
- b) dépend de valeur de  $R$ ,
- c) dépend de valeur de  $L$ ,
- d) dépend de la période.

9- Lorsque l'amplitude des oscillations d'un oscillateur diminue, les oscillations sont :

- a) forcées, apériodiques,
- b) entretenues, périodiques,
- c) libres, apériodiques,
- d) amorties, pseudopériodiques.

10- Si la résistance d'un circuit RLC dépasse une valeur critique, le régime est :

- a) harmonique,
- b) périodique,
- c) pseudo-périodique,
- d) apériodique.

11- La charge sur l'armature d'un condensateur est donnée par l'équation horaire :

$q = 5 \cdot 10^{-6} \cos(6300 \cdot t + \pi/2)$  en C. La pulsation des oscillations est :

- a)  $5 \cdot 10^{-6}$  C,
- b)  $6300 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ ,
- c)  $1000 \text{ s}^{-1}$ ,
- d)  $\pi/2$ .

*Question 12 et 13 :*

*Un circuit RLC série est alimenté par un GBF de fréquence réglable. La tension efficace aux bornes du générateur est  $U = 2,50 \text{ V}$  et la capacité du condensateur  $C = 1,0 \mu\text{F}$ . A la résonance, pour une fréquence  $f_R = 350 \text{ Hz}$ , un ampèremètre mesure une intensité efficace  $I = 0,5 \text{ A}$ .*

12- La résistance totale du circuit vaut :

- a)  $125 \Omega$ ,
- b)  $0,5 \Omega$ ,
- c)  $5 \Omega$ ,
- d)  $12,5 \Omega$ .

13- L'inductance de la bobine L du circuit précédent vaut :

- a)  $0,21 \text{ H}$ ,
- b)  $0,3 \text{ H}$ ,
- c)  $2 \cdot 10^{-3} \text{ H}$ ,
- d)  $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ H}$ .

14- Quelle est la proposition correcte :

- a) Si l'amortissement d'un système oscillant est important, la résonance est aigue,
- b) La membrane d'un haut-parleur en fonctionnement effectue des oscillations libres,
- c) Si la résistance d'un circuit RLC est faible, la bande passante est étroite,
- d) La fréquence de résonance dépend de la résistance du circuit.

15- L'amplitude des oscillations du résonateur :

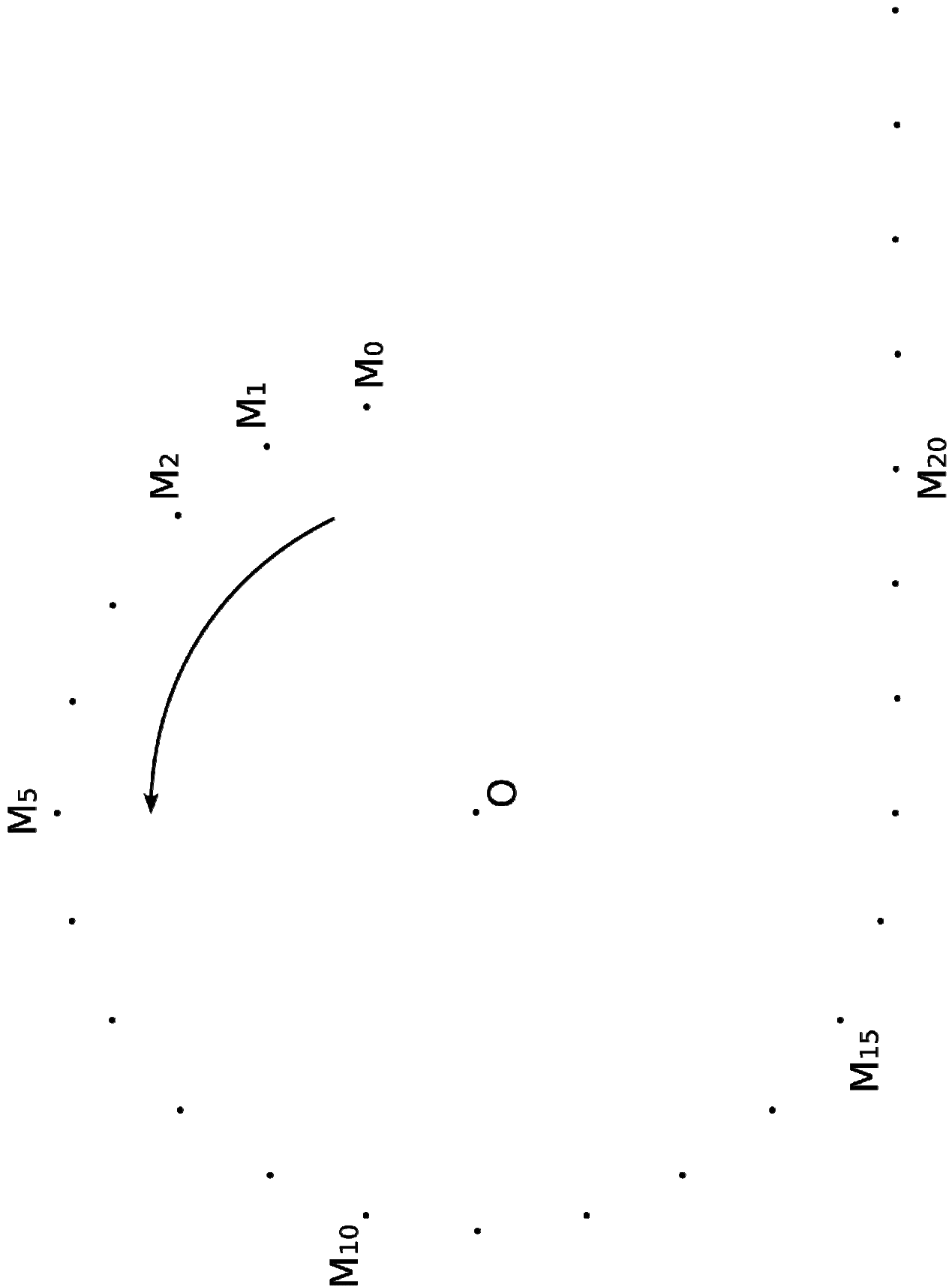
- a) ne dépend pas de la période de l'excitateur,
- b) est maximale lorsque la période de l'excitateur  $T_e$  est supérieure à la période du résonateur  $T_r$ ,
- c) est maximale lorsque la période de l'excitateur  $T_e$  est inférieure à la période du résonateur  $T_r$ ,
- d) est maximale lorsque la période de l'excitateur  $T_e$  est égale à la période du résonateur  $T_r$ .



**Questionnaire à choix multiples**  
**Oscillations électriques**

1.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15.	a b c d <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

**Annexe pour l'exercice à caractère expérimental**  
**Détermination expérimentale du vecteur accélération**



A rendre anonyme mais agrafé sur la copie.