

## Question de cours

### Champ électrique

#### A- Description du champ électrique

a) Dessin des 2 cas (charge de même signe et charges de signes différents) des deux charges avec vecteurs  $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$  dans le bon sens : 0,75 points par dessin = **1,5 points**

La force électrique  $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_A \times q_B}{d^2} \vec{u}_{AB}$ . Expression vectorielle juste **1,5 points**

b) C'est la ligne qui est tangente au vecteur champ et orienté dans le sens du champ. **1 point**

Dessin de la charge + lignes de champs centrifuges pour  $q > 0$  et lignes de champs centripète pour  $q < 0$ .

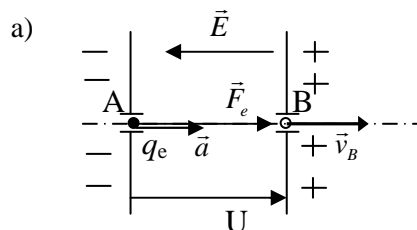
Les deux dessins 1 point + les noms centripète et centrifuge (ou bien champ radial) 1 point = **2 points**

c) Un champ électrique uniforme est un champ qui possède même direction, même sens et même norme dans un domaine de l'espace. **1 point**

Les lignes de champ sont alors des droites parallèles. **0,5 points**

$E = U/d = 20\,000 \text{ V/m}$ . **1,5 points**

#### B- Mouvement dans un champ uniforme



0,5 pour les signes corrects + 0,5 pour  $\vec{E}$  + 0,5 pour  $\vec{F}_e$  + 0,5 pour  $\vec{a}$  + 0,5 pour  $U$  = **2,5 points**

b)  $W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = \vec{F}_e \cdot \overline{AB} = -q_e \cdot E \cdot |AB| = -q_e \cdot \frac{U}{|AB|} \cdot |AB| = -q_e \cdot U$ .

0,5 pour le travail + 1,5 points pour la démonstration = **2 points**

c)  $1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}}{\text{A} \cdot \text{s}} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-3}$ . Car par exemple  $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$  donc  $1 \text{ J} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ . **1,5 points**

$1 \text{ eV} = 1 \text{ C} \times 1 \text{ V} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-3} \times \text{A} \cdot \text{s} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ .

C'est l'unité d'une énergie. 0,5 + 1 = **1,5 points**

d) L'eV est l'énergie d'un électron franchissant la barrière de potentiel de 1V. **1 point**

e) Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique du système est égale à la somme des travaux des forces s'exerçant sur le système.

$$\frac{1}{2} m_e v_B^2 - 0 = W, \Rightarrow v_B = \sqrt{\frac{-2q_e U}{m_e}}$$

1 pour le théorème + 1,5 points pour l'expression démontrée de  $v_B$  = **2,5 points**

**Au total : (3 + 3 + 3) + (2,5 + 2 + 3 + 1 + 2,5) = 20 points**

## Exercice à caractère expérimental

### Le pendule simple

1) En principe, il existe deux positions où on peut déclencher le chronomètre : le point de rebroussement et le passage par la verticale.

La deuxième est préférable car :

La date est bien déterminée ; la vitesse est maximale lors du passage par la verticale et le manipulateur peut se rendre compte facilement de son erreur car la bille avance très vite,

On peut prévoir facilement le mouvement ; il n'y a pas de question si la bille va encore monter ou si elle a déjà commencé à descendre.

1 point pour les 2 positions + 1 point pour une justification = **2 points**

2) L'erreur relative de la mesure d'une période est  $\frac{2,0,1s}{1s} = 0,2 = 20\%$  (on déclenche et on arrête).

L'erreur relative de la mesure de 20 périodes est  $\frac{2,0,1s}{20,1s} = 0,01 = 1\%$ .

1 point par erreur relative = **2 points**

3) Si le fil est extensible, la longueur du pendule va changer au cours du mouvement et la période va en être influencée. **1 point**

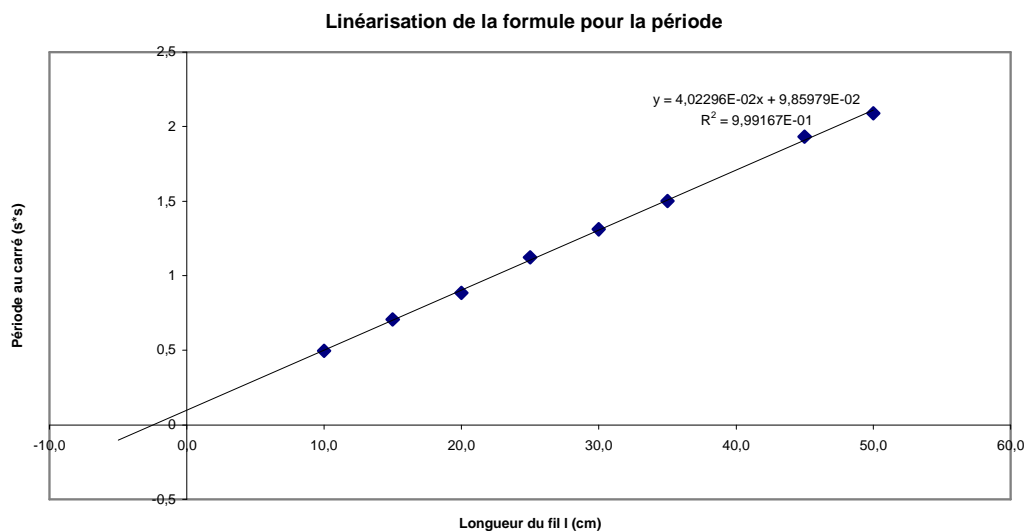
4)

$l$ [cm]	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
$\theta$ [s]	14,1	16,8	18,8	21,2	22,9	24,5	62,2	27,8	28,9
$T^2$ [s <sup>2</sup> ]	0,497	0,7056	0,8836	1,1236	1,311	1,5006	9,6721	1,9321	2,088

**2,5 points**

Il est clair que la 7<sup>e</sup> valeur est fautive. Il faut l'éviter absolument. **1 point**

5)



On ne trace pas la 7<sup>e</sup> valeur. Le graphique est linéaire, on trace la droite moyenne. **3 points**

6) La droite coupe l'axe des abscisses en  $l = -2,5 \text{ cm}$ , ce qui est exactement le rayon de la bille. Le manipulateur a bien écrit dans le tableau la longueur du fil, mais il a oublié que c'est la distance entre le point d'accrochage et le centre d'inertie de la bille qui intervient. **2 points**

7) Le coefficient directeur est  $4,02 \cdot 10^{-2} s^2 / cm = 4,02 s^2 / m$  . **1 point**

8)  $T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{g} l$  . Le coefficient directeur de la droite vaut donc  $\frac{4\pi^2}{g} = 4,02 s^2 / m$  et  $g = 9,82 m / s^2$  . **2,5 points**

9)  $\delta g = \frac{0,02}{9,8} \cdot 100\% = \underline{\underline{0,2\%}}$  . **1 point**

10) L'amortissement est dû à l'effet du frottement dans le point d'accrochage et de la résistance de l'air. **2 points**

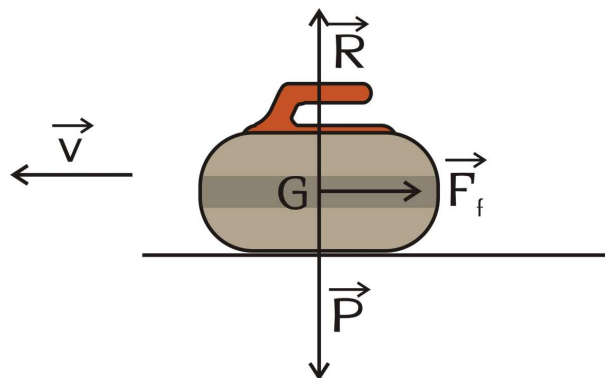
**Au total : 2 + 2 + 1 + 3,5 + 3 + 2 + 1 + 2,5 + 1 + 2 = 20 points**

## Problème

### Match de curling

- 1) Si la pierre se déplace sans frottement ; selon la première loi de Newton (principe d'inertie), elle va garder cet état de mouvement rectiligne uniforme. Alors elle ne s'arrêtera jamais et le jeu deviendra impossible. 2 + 1 = **3 points**
- 2) La pierre est soumise à trois forces : le poids  $\vec{P}$ , la réaction de la glace  $\vec{R}$  et la force de frottement  $\vec{F}_f$ . Les caractéristiques sont suivantes :

nom de la force	direction	sens	norme
poids	verticale	vers le bas	$P = m \cdot g$
réaction de la glace	verticale	vers le haut	$R = P$
frottements	horizontale	contre le mouvement	$F_f = f \cdot R$



1 point pour direction, sens et norme de chaque force = **3 points** (on pourrait ajouter également le point d'application)

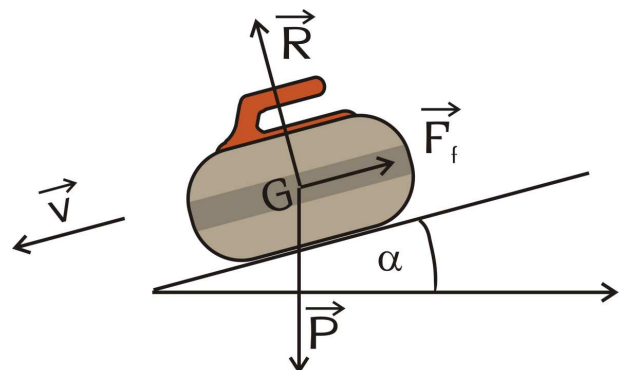
- 3) Le théorème de l'énergie cinétique nous dit que dans un référentiel galiléen la somme des travaux de toutes les forces extérieures est égale à la variation de l'énergie cinétique de l'objet. Mathématiquement :  $\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_{ext})$ . L'analyse du problème nous donne :  $\Delta E_C = E_{C2} - E_{C1} = 0 - 0,5 \cdot m \cdot v^2$ . Les travaux des trois forces agissant sur la pierre sont :  
 $W(P) = 0$  car le vecteur force est constamment perpendiculaire au vecteur déplacement  
 $W(R) = 0$  car le vecteur force est constamment perpendiculaire au vecteur déplacement  
 $W(F_f) = -F_f \cdot d$

Finalement on obtient :  $-\frac{1}{2}mv^2 = -F_f d$ , d'où on exprime la solution littérale :  $F_f = \frac{mv^2}{2d}$ .

Numériquement  $F_f = 2,3 \text{ N}$ .

1 pour le théo de l'Ec + 3 × 0,5 pour justification du travail des 3 forces + 1,5 pour expression littérale + 1 pour l'application = **5 points**

- 4) Cette fois-ci, si la piste est inclinée de  $1 \text{ cm}$  dans le sens du mouvement de la pierre, on doit travailler dans le théorème de l'énergie cinétique aussi avec le travail du poids qui n'est plus perpendiculaire au vecteur déplacement. L'expression du travail du poids est  $W(P) = mg\Delta h$ . Le théorème de l'énergie cinétique s'écrit alors sous forme :



$$-\frac{1}{2}mv^2 = -F_f d_2 + mg\Delta h. \text{ D'ici on peut déduire : } d_2 = \frac{mg\Delta h + \frac{1}{2}mv^2}{F_f}. \text{ Numériquement } d_2 =$$

29,35 m. La position où la pierre s'arrête exprimée par rapport au bouton est  $l = d_2 - d = 29,35m - 28,35m = 1m$  derrière le bouton.

1 pour le travail de P + 2 pour expression de d + 1 pour application numérique de d + 0,5 pour l = **4,5 points** (la deuxième solution correspond à une piste descendante)

5) Pour que la pierre ait une énergie suffisante (en supposant le choc entre deux pierres est parfaitement élastique) elle doit arriver sans aucune intervention jusqu'à la back line qui est située à la distance  $d+d' = 30,18$  m.

La nouvelle application du théorème cinétique donne :  $-E_{C0} = -F_f(d+d')$ . Donc  $v_0 = \sqrt{\frac{2F(d+d')}{m}}$

Numériquement  $v_0 = 2,63$ m/s.

1,5 pour la nouvelle distance justifiée + 2 pour l'expression de  $v_0$  + 1 pour l'application numérique = **4,5 points**

**Au total : 3 + 3 + 5 + 4,5 + 4,5 = 20 points**

## Etude de documents

### Propos cosmologiques

- 1- Celui de Ptolémée. **1 point**
- 2- Il place la Terre au centre de l'univers. Système géocentrique. 1 point + 1 point = **2 points**
- 3- Le système héliocentrique. Copernic. **1 point + 0,5 points**
- 4- Des mesures d'une plus grande précision. **1 point**
- 5- Une méthode empirique (induction). **1 point**
- 6- Une trajectoire elliptique. **1 point**
- 7- Non, le mvt n'est pas uniforme. C'est la vitesse aréolaire (l'aire balayée par le rayon vecteur soleil-planète par unité de temps) qui est constante. **1 point**
- 8-  $T^2 = K.a^3$ . **1,5 points**
- 9- Avec Copernic, car comme lui il défend le système héliocentrique. **0,5 points + 1 point**
- 10- 1642. C'est l'année de naissance de Newton et l'année de la mort de Galilée. **0,5 points + 1 point**
- 11- Mécanique terrestre et mécanique céleste. **1 point**
- 12- Loi de gravitation universelle, principe d'inertie, principe fondamental de la dynamique et principe de l'action et de la réaction.  $4 \times 0,5$  points = **2 points**
- 13- La force de gravitation universelle. **1 point**
- 14- Principe de l'action et de la réaction. **1 point**
- 15-  $F = k.M_a.M_b/d^2$ . F augmente avec  $M_a$  et  $M_b$  car F est proportionnel à  $M_a$  et  $M_b$ . F diminue avec  $d^2$  car F est inversement proportionnel au carré de la distance qui sépare A et B. 1 point +  $2 \times 0,5$  points = **2 points**

**Au total : 20 points**

## Questionnaire à Choix Multiple Optique

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

## Questionnaire à Choix Multiple

### L'optique

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



## Questionnaire à Choix Multiple Sur l'optique

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

## Questionnaire à Choix Multiple

### A propos d'optique

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