

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

**EXAMEN DE MATURITA BILINGUE**

Année scolaire 2009/10

Session de mai 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.....                | Physique nucléaire  |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Dipôle RC   |
| 3. Problème.....                          | Science et sport  |
| 4. Etude de document.....                 | Voitures hybrides   |
| 5. Questionnaire à choix multiple.....    | Mouvement des particules dans des champs électrique ou magnétique |

## Questions de cours

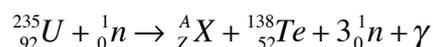
### Physique nucléaire

#### Partie I.

1. Quelles particules constituent le noyau atomique?
2. On caractérise un noyau de la façon suivante :  ${}^A_Z X$ . Expliquer la signification des lettres X, A et Z.
3. Définir les termes:  
«isotope», «demi-vie», «activité radioactive»
4. On donne les équations de deux désintégrations radioactives:  
 ${}^{135}_{55}Cs \rightarrow {}^A_Z Ba + {}^0_{-1}e$   
 ${}^{238}_{94}Pu \rightarrow {}^A_Z U + {}^4_2He$ 
  - a) Préciser, pour chaque réaction nucléaire, le type de désintégration.
  - b) Recopier les équations en précisant les valeurs de A et Z.
5. Donner la loi de décroissance radioactive. Expliquer la signification de chaque terme.
6. Démontrer la relation suivante:  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ .

#### Partie II.

Un réacteur nucléaire dans lequel on a introduit des noyaux d'uranium produit de la chaleur qui est transformée ensuite en énergie électrique. Les noyaux d'uranium subissent la réaction suivante :



1. De quel type de réaction nucléaire s'agit-il ?
2. Quelles lois doit-on utiliser pour déterminer la composition du nucléide X?
3. En déduire la composition et le nom du nucléide X. On donne :  ${}_{39}Y$ (yttrium) ;  ${}_{40}Zr$ ( zirconium) ;  ${}_{41}Nb$  (Niobium)
4. Définir l'énergie de liaison  $E_l$  du noyau.
5. Donner l'expression littérale de l'énergie libérée au cours de la réaction.
6. Calculer cette énergie avec le bon nombre de chiffres significatifs en MeV puis en joules.

$$m(U)= 234,99333 \text{ u}; m(X)=94,886040 \text{ u}; m(Te)=137,90067 \text{ u}; m(n)=1,0086600 \text{ u};$$

Données :  $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;  $1\text{MeV} = 1,602 \times 10^{-13}\text{J}$

## Exercice à caractère expérimental

### Dipôle RC

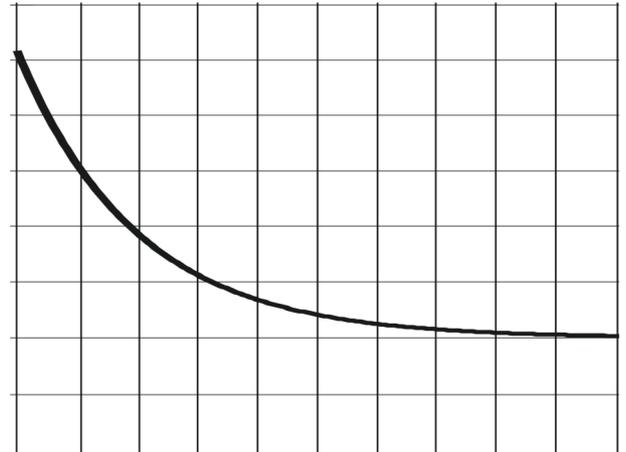
A l'instant  $t = 0$  s, un condensateur précédemment chargé sous une tension  $U_{C0} = 10$  V est relié aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance  $R = 2,0$  k $\Omega$ . On visualise la tension à ses bornes grâce à un oscilloscope à mémoire. La sensibilité verticale de la voie utilisée est 2 V/div et la vitesse de balayage 10 ms/div.

L'oscillogramme obtenu est présenté ci-dessous.

1. Reproduire l'allure de la courbe et placer la référence des tensions (0V).
2. Dessiner le schéma du montage en faisant apparaître le branchement de l'oscilloscope, le sens du courant  $i$  et la tension aux bornes du condensateur  $u_c$  et du résistor  $u_R$ .
3. Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $u_c(t)$ .
4. Cette équation différentielle admet une solution

$$\text{de la forme : } u_c(t) = A \cdot \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right).$$

- a) Que représente la constante  $A$  ? Déterminer  $A$  sur l'oscillogramme de l'énoncé et le reporter sur la courbe.
- b) Que représente la constante  $\tau$  ? Déterminez  $\tau$  grâce à l'oscillogramme de l'énoncé et expliquez votre méthode en vous aidant de la courbe que vous avez reproduite en 1.
- c) En déduire l'expression numérique de  $u_c(t)$ .
- d) La valeur indiquée sur le condensateur  $C = 10\mu\text{F}$  est-elle correcte ? Estimer les écarts absolu et relatif de votre mesure de  $C$ .



Si on ne dispose pas d'un oscilloscope à mémoire mais seulement d'un oscilloscope analogique, il faut utiliser un générateur de tension rectangulaire (variant de  $E_1 = 0\text{V}$  à  $E_2 = 10\text{V}$ ) pour obtenir une charge et une décharge périodique du condensateur.

5. Faire le schéma du nouveau montage en faisant apparaître le sens du courant  $i$  et la tension aux bornes du générateur, du condensateur  $u_c$  et du résistor  $u_R$  et le branchement de l'oscilloscope permettant de visualiser  $u_c(t)$ .
6. Comment doit-on choisir la période du générateur si on veut obtenir le même oscillogramme (durée de balayage 10 ms/div) ?
7. A cette fréquence, l'image de l'oscilloscope analogique clignote. Proposer une nouvelle valeur pour le résistor qui permette d'utiliser un balayage dix fois plus rapide.

## Problème

### Science et sport

**Les parties 1 et 2 de cet exercice sont indépendantes.**

Dans cet exercice on se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie  $G$  d'un plongeur, de masse  $m = 70,0 \text{ kg}$ , lors de son saut et dans une deuxième partie, son évolution dans l'eau.

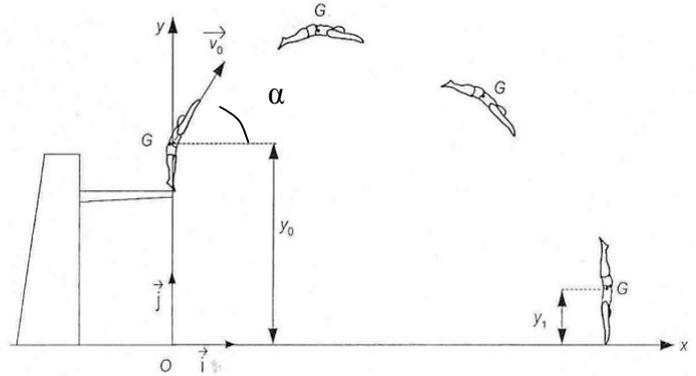
Dans tout l'exercice, le mouvement du centre d'inertie du plongeur est étudié dans le repère orthonormé  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  représenté sur la figure (la figure n'est pas à l'échelle).

On prendra pour la valeur du champ de pesanteur  $g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$  et on considèrera que le référentiel terrestre est galiléen.

#### A. Saut du plongeur

Dans toute cette première partie on néglige l'action de l'air sur le plongeur et on admet que lors du saut, les mouvements de rotation du plongeur ne perturbent pas le mouvement de son centre d'inertie  $G$ .

On note  $y_0$  l'ordonnée du centre d'inertie du plongeur juste avant le saut et  $\vec{v}_0$  sa vitesse initiale. On donne  $y_0 = 4,0 \text{ m}$  et  $\alpha = 40^\circ$ .



1. Faire un bilan des forces appliquées au plongeur une fois qu'il a quitté le plongeur.
2. Déterminer les caractéristiques de l'accélération du plongeur.
3. Déterminer, dans le repère  $(Ox, Oy)$ , les équations horaires du mouvement du plongeur.
4. Le sommet de la trajectoire étant atteint au point d'abscisse  $x_s = 1,0 \text{ m}$ . Montrer que la valeur de la vitesse initiale est  $v_0 = 4,5 \text{ m.s}^{-1}$ .
5. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer la valeur  $v$  de la vitesse du centre d'inertie du plongeur au moment où ses mains touchent l'eau. (Le centre d'inertie du plongeur se situe alors à une hauteur  $y_1 = 1,0 \text{ m}$  au dessus de l'eau, voir figure).

#### B. Mouvement dans l'eau

Le mouvement du centre d'inertie  $G$  du plongeur est considéré comme vertical dans cette partie. La profondeur du bassin dans lequel évolue le plongeur est de  $5,0 \text{ m}$ .

On se propose de modéliser le mouvement du centre d'inertie du plongeur dans l'eau. On note  $V$  le volume du plongeur et  $\rho$  la masse volumique de l'eau de la piscine. Le plongeur est soumis, entre autres, à une force de frottement fluide dont le sens est opposé celui du vecteur vitesse  $\vec{v}$  et dont la valeur peut être modélisée par  $f = k.v^2$  (où l'on considère  $k$  comme une constante).

1. Nommer les forces qui s'exercent sur le plongeur lors de ce mouvement. Les représenter, sans souci d'échelle, en son centre d'inertie  $G$ .

2. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle du mouvement du

centre d'inertie du plongeur pour la fonction  $v_y(t)$  est  $\frac{dv_y}{dt} - \frac{k}{m}v_y^2 + g\left(1 - \frac{\rho V}{m}\right) = 0$

3. En déduire, en la justifiant, l'expression en régime permanent de la valeur  $v_p$  du vecteur vitesse.

4. Calculer  $v_p$ . On prendra  $\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  ;  $V = 6,50 \times 10^{-2} \text{ m}^3$  et  $k = 150 \text{ kg.m}^{-1}$ .

## Etude de document

### Voitures hybrides

La technologie hybride combine un petit moteur à essence avec un moteur électrique à couple élevé associé à une batterie. Installer deux moteurs sous le capot permet d'accroître le nombre de kilomètres parcourus avec un litre d'essence de plus de 12 %, tout en réduisant la pollution d'un tiers.

Les voitures hybrides utilisent différents systèmes afin de récupérer l'énergie gaspillée : hybridation partielle (le moteur électrique n'est utilisé que pour augmenter la puissance pendant l'accélération) ou hybridation complète. Sur une voiture complètement hybride, les deux moteurs s'interrompent au moindre arrêt de la circulation, laissant place à un silence inquiétant. Il vous suffit ensuite d'appuyer sur l'accélérateur pour que le moteur électrique propulse le véhicule à 25 ou 30 km/h, sans consommer d'essence. Au-delà, le moteur à essence prend le relais pour faire avancer le véhicule jusqu'à sa vitesse de croisière et, s'il vous faut un peu plus de puissance pour dépasser un camion, les deux moteurs entrent alors en action.

Plus besoin de brancher la voiture à une prise de courant pour recharger sa batterie : le moteur à essence et les freins se chargent de fournir l'électricité. Lorsque la voiture roule ou ralentit, les freins à induction rechargent automatiquement la batterie, en exploitant la vitesse du véhicule et en la transformant en électricité. Si la batterie faiblit, pendant l'ascension d'une côte par exemple, le moteur à essence accélère pour générer plus d'électricité.

De nombreuses voitures hybrides utilisent également des transmissions à "variation continue", offrant une grande variété de rapports de vitesse, au lieu des cinq ou six traditionnels. Une pièce très importante du puzzle réside dans le module de commande de puissance : il s'agit d'un ordinateur qui détermine la répartition de la puissance dans le véhicule. Ce module contrôle l'accélérateur, la charge de la batterie et d'autres paramètres de fonctionnement, puis concentre l'énergie vers les roues ou la batterie, depuis l'un des deux moteurs, en fonction du besoin. Il se charge également de stopper et redémarrer le moteur à essence lors des arrêts et reprises.

Les voitures à hybridation partielle remplacent le générateur par un puissant moteur-générateur, de sorte que le moteur à essence peut se couper pendant les arrêts et puis être redémarré rapidement par le moteur électrique, lorsqu'il faut accélérer. Dans ce cas toutefois, le moteur électrique ne permet pas de faire avancer le véhicule à proprement parler.

Source : <http://www.carttech.fr/news/voiture-hybride-39383169.htm>

**Remarque : Les réponses doivent être constituées de phrases complètes.** 6 points seront attribués à la qualité de l'expression, de la syntaxe et de l'orthographe.

Questions :

1. Quelles sont les différences entre les hybridations complète et partielle ?
2. Qu'est-ce qu'une transmission à variation continue ?
3. Expliquer d'où vient l'énergie utilisée pour recharger les batteries d'une voiture hybride et donner le nom du phénomène physique impliqué.
4. Pourquoi ces voitures ont-elles une consommation d'essence moins importante ?
5. Expliquer le rôle du module de commande de puissance sans paraphraser le texte.

## Questionnaire à Choix Multiple

### Mouvement des particules dans des champs électrique ou magnétique

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.

Exemple : 0- Albert Einstein était:      Ecrire, comme dans l'exemple En cas d'erreur, barrez les 4 cases et  
a) un chanteur de jazz                      suivant, sur la copie prévue à cet effet noter à côté la bonne réponse,  
b) un peintre                                      effet page 9:                                      comme dans l'exemple suivant :

<b>0.</b>	a	b	c	d
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

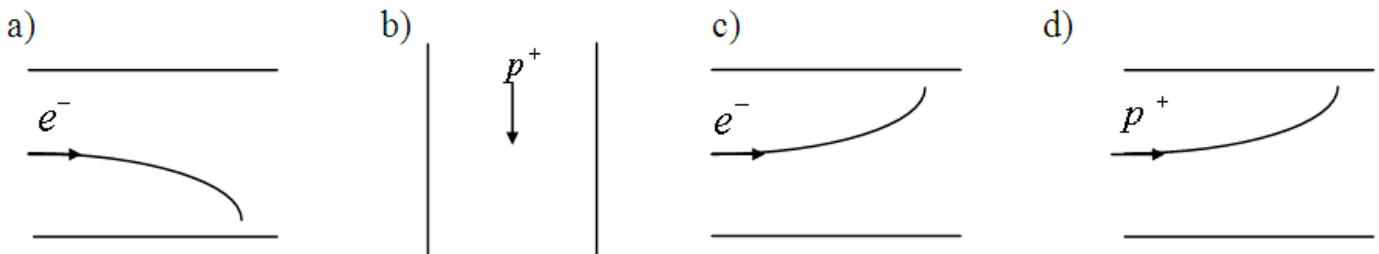
<b>0.</b>	a	b	c	d
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Données :**  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$     $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$     $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$     $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

1. Quelle est la forme de la trajectoire d'un électron qui pénètre dans un champ électrique perpendiculairement aux lignes d'un champ  $\vec{E}$  uniforme?
  - a) rectiligne
  - b) circulaire
  - c) parabolique
  - d) hélicoïdale
  
2. Un champ électrique ne permet pas de :
  - a) accélérer une particule chargée.
  - b) faire diminuer l'énergie cinétique d'une particule chargée.
  - c) accélérer une particule neutre.
  - d) dévier une particule chargée en mouvement.
  
3. L'accélération d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme  $\vec{E}$  :
  - a) ne dépend ni de la masse ni de la charge de celle-ci.
  - b) dépend de la masse et de la charge de celle-ci.
  - c) dépend de la masse, ne dépend pas de la charge de celle-ci.
  - d) ne dépend pas de la masse, dépend de la charge de celle-ci.
  
4. Une particule, de masse  $m$  et de charge  $q$  négative, animée d'une vitesse  $\vec{v} \neq \vec{0}$ , est en mouvement rectiligne retardé dans un champ électrique  $\vec{E}$ , si :
  - a) le vecteur  $\vec{v}$  forme un angle non nul avec  $\vec{E}$ .
  - b)  $\vec{v}$  a même direction et même sens que  $\vec{E}$ .
  - c)  $\vec{v}$  est orthogonale à  $\vec{E}$ .
  - d)  $\vec{v}$  et  $\vec{E}$  sont de sens opposés.
  
5. Un proton est placé entre des plaques planes parallèles distantes de  $d = 2 \text{ cm}$  entre lesquelles on maintient une tension  $U = 500 \text{ V}$ . L'accélération du proton vaut :
  - a)  $4,00 \cdot 10^{-15} \text{ ms}^{-2}$
  - b)  $2,39 \cdot 10^{12} \text{ ms}^{-2}$
  - c)  $4,39 \cdot 10^{15} \text{ ms}^{-2}$
  - d)  $2,39 \cdot 10^9 \text{ ms}^{-2}$

**Suite de cet exercice sur la page suivante**

6. Quelle distance doit parcourir un électron dans un champ électrique uniforme de valeur  $E = 2.10^4 V.m^{-1}$  en se déplaçant parallèlement au champ pour acquérir une énergie cinétique de  $3,2.10^{-18} J$  ?
- $d = 1 \text{ cm}$
  - $d = 1 \text{ mm}$
  - $d = 10 \text{ cm}$
  - $d = 2 \text{ cm}$
7. Deux particules de même masse, de charges  $q_1$  et  $q_2 = \frac{q_1}{2}$ , sont émises sans vitesse initiale et accélérées par une même tension  $U$ . La relation entre  $v_1$  et  $v_2$ , les vitesses instantanées des particules 1 et 2, est :
- $v_1 = 2v_2$
  - $v_1 = \frac{v_2}{2}$
  - $v_1 = \sqrt{2}v_2$
  - $v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}}$
8. Dans quelle situation, le champ électrique entre les plaques du condensateur est-il vertical et orienté vers le bas ?



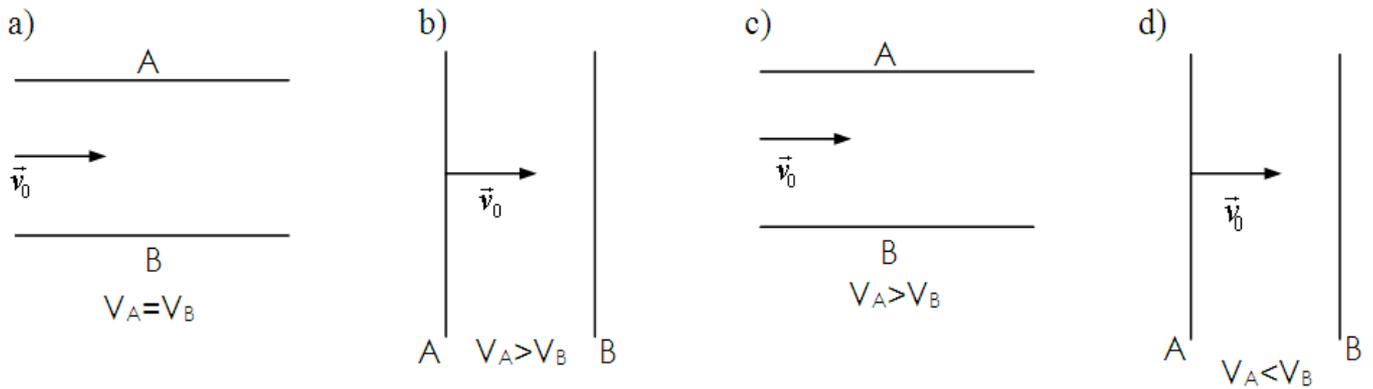
9. Un champ magnétique peut :
- dévier une particule non chargée.
  - faire varier l'énergie cinétique d'une particule chargée.
  - mettre en mouvement une particule chargée au repos.
  - dévier une particule chargée en mouvement.
10. Une particule chargée de vitesse initiale  $\vec{v}_0$ , entrant dans un champ magnétique uniforme créé par des bobines de Helmholtz, décrit une trajectoire plane et circulaire de rayon  $R$ . Dans ces conditions :
- $R$  augmente si l'on augmente l'intensité du courant dans les bobines.
  - $R$  diminue si l'on diminue la valeur de la vitesse initiale  $v_0$ .
  - la vitesse initiale doit avoir une direction perpendiculaire au plan des bobines de Helmholtz.
  - $R$  augmente si on a une particule plus chargée.

**Suite de cet exercice sur la page suivante**

11. Un ion hélium  $He^{2+}$  de charge  $q = 3,2 \cdot 10^{-19} C$  entre avec une vitesse initiale  $v_0 = 1000 km.s^{-1}$  dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  ( $B = 500 mT$ ). Les directions de  $\vec{v}_0$  et  $\vec{B}$  sont perpendiculaires. La force magnétique  $\vec{F}_m$  s'appliquant sur la particule a pour valeur :

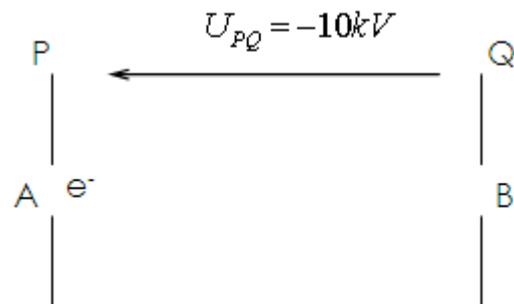
- a)  $5,76 \cdot 10^{-16} N$
- b)  $0,44 \cdot 10^{-16} N$
- c)  $1,6 \cdot 10^{-13} N$
- d)  $3,2 \cdot 10^{-13} N$

12. Dans quel cas la vitesse de l'électron diminue-t-elle au cours de la traversée du condensateur?

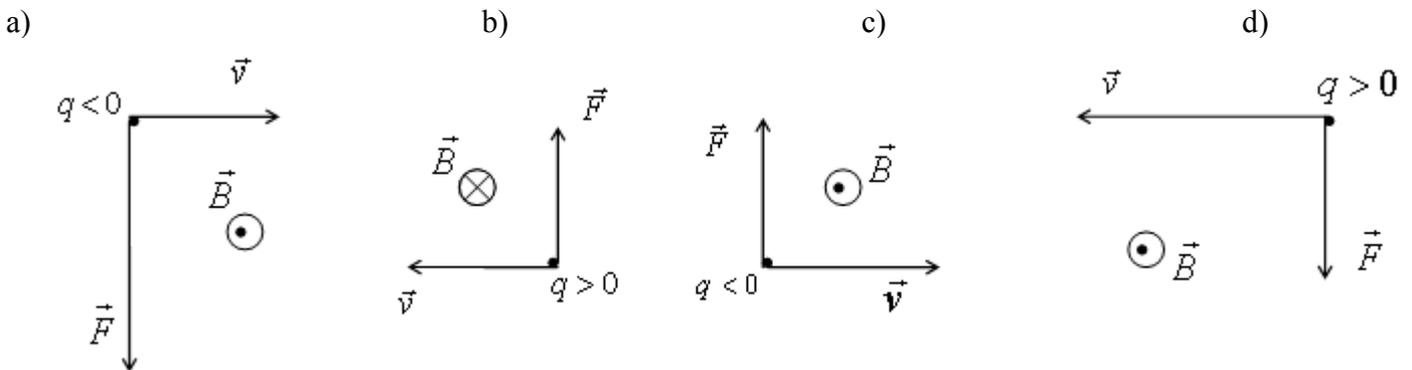


13. Un électron traverse du point A au point B le dispositif ci-contre. A sa sortie, en B, son énergie cinétique a varié de

- a)  $\Delta E_c = 10 keV$
- b)  $\Delta E_c = 10 kV$
- c)  $\Delta E_c = -10 keV$
- d)  $\Delta E_c = -10 kV$



14. Choisir le schéma correct :



15. Un électron et un proton décrivent des trajectoires circulaires dans un champ magnétique uniforme. La période de révolution est:

- a) plus courte pour l'électron.
- b) la même pour les deux particules.
- c) plus courte pour le proton.
- d) On ne peut pas répondre sans connaître leurs vitesses respectives.

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"/>