

Chapitre 9 – Lois de Newton

Corrigés des parcours en autonomie

Préparer l'évaluation – 13 – 17 – 21

13 Électron dans un champ électrique uniforme

Exercice résolu.

17 Galilée à Pise

a. On choisit la bille comme système et on étudie son mouvement dans le référentiel terrestre considéré galiléen.

Le poids \vec{P} de la bille est la seule force qui s'exerce sur elle.

La deuxième loi de Newton appliquée à la bille devient :

$$m\vec{a} = \vec{P} \text{ soit } \vec{a} = \vec{g}, \text{ champ de pesanteur.}$$

Dans le repère (O, \vec{j}) défini dans le texte, on obtient $a_y = g$.

On choisit $t_0 = 0$ s, date de lâcher de la bille.

Par intégration, on obtient (la vitesse à la date $t_0 = 0$ s étant nulle): $v_y = gt$.

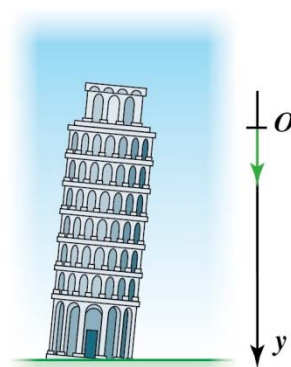
Et : $y = \frac{1}{2}gt^2$ (la coordonnée y à la date $t_0 = 0$ s étant nulle).

b. Durée de chute jusqu'au sol : au niveau du sol $y_S = h$; on obtient alors la durée

de chute $t_S = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ soit $t_S = \sqrt{\frac{2 \times 54}{9,8}} = 3,3$ s

c. Vitesse à l'arrivée sur le sol :

$$v_S = gt_S \text{ soit } v_S = 9,8 \times 3,3 = 33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$



© CORÉDOC, NATHAN 2012

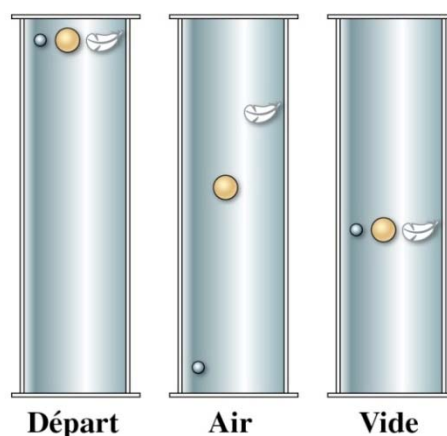
21 De Galilée à Newton

a. Il faut comprendre que tous les corps auraient la même vitesse (en effet la vitesse ne reste pas constante au cours d'une chute).

b. « Si on éliminait complètement la résistance du milieu » est équivalent à « si on supprimait les forces exercées par l'air sur les corps ».

c. En faisant le vide dans le tube, Newton supprime l'air et donc les interactions entre les corps et l'air.

d. Schéma ci-contre.



© CORÉDOC, NATHAN 2012

Expériences de Newton.

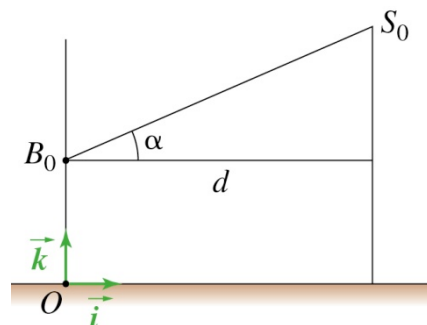
Approfondir — 27 — 29 — 32

27 Apprendre à chercher

Dans le référentiel terrestre, on choisit un repère orthonormé $\{O; \vec{i}, \vec{k}\}$ dans le plan vertical de B_0 et S_0 .

On établit les équations du mouvement de chute libre des points matériels B et S d'accélération $\vec{a} = \vec{g}$.

L'ordonnée de B_0 est h , celle de S_0 est H .



© COREDOC. NATHAN 2012

Pour B		Pour S	
$a_{Bx} = 0$	et $a_{Bz} = -g$	$a_{Sx} = 0$	et $a_{Sz} = -g$
$v_{Bx} = v_0 \cos \alpha$	et $v_{Bz} = -gt + v_0 \sin \alpha$	$v_{Sx} = 0$	et $v_{Sz} = -gt$
$x_B = (v_0 \cos \alpha)t$	et $y_B = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t + h$	$x_S = d$	et $y_S = -\frac{1}{2}gt^2 + H$

(1) S et B se rencontrent s'il existe une date t pour laquelle on a simultanément :

$$x_B = x_S \quad \text{et} \quad y_B = y_S$$

(2) S et B se rencontrent avant d'arriver sur le sol si pour cette date t , on a :

$$y_B \quad \text{ou} \quad y_S > 0$$

Conditions (1) : quand $x_B = x_S$; on déduit $t = \frac{d}{v_0 \cos \alpha}$.

De $y_B = y_S$, on déduit $-\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t + h = -\frac{1}{2}gt^2 + H$ soit :

$$\frac{(v_0 \sin \alpha)d}{v_0 \cos \alpha} + h = H \quad \text{soit} \quad d \tan \alpha = H - h$$

Avec les données géométriques de la situation, on trouve :

$$\tan \alpha = \frac{H - h}{d}$$

Les conditions (1) sont donc toujours réalisées : B et S se rencontrent toujours si la condition (2) est réalisée.

Condition (2) : $y_S > 0$ amène à $y_S = -\frac{1}{2}gt^2 + H > 0$ soit $-\frac{1}{2}g\left(\frac{d}{v_0 \cos \alpha}\right)^2 + H > 0$.

En éliminant $\cos^2 \alpha$ avec la relation $\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha$; on en déduit :

$$v_0^2 > \sqrt{\frac{g(d^2 + (H - h)^2)}{2H}} \quad \text{soit} \quad v_0 > 6,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

Il existe donc une vitesse limite de lancement de la balle pour qu'elle atteigne le singe pendant sa chute : cette vitesse doit être supérieure à $6,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

29 Service au tennis

a. $\vec{a} = \vec{g}$ d'où $a_x = 0$ et $a_z = -g$.

b. Équation de la trajectoire : à partir des coordonnées de l'accélération, par intégration, on obtient successivement les coordonnées du vecteur vitesse de la balle et les coordonnées du vecteur position :

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 & v_z &= -g \times t \\ x &= v_0 \times t & z &= -\frac{1}{2} g \times t^2 + H \end{aligned}$$

En éliminant t entre $x(t)$ et $z(t)$, on obtient :

$$z = \frac{-gx^2}{2v_0^2} + H$$

c. Pour que la balle passe au-dessus du filet, il faut que lorsque $x = x_{\text{filet}}$, on ait $z_{\text{filet}} > h$:

$$z_{\text{filet}} = \frac{-gx_D^2}{2v_0^2} + H \quad \text{soit} \quad z = 0,74 \text{ m}$$

La balle rentre dans le filet !

32 Objectif BAC – Rédiger une synthèse de documents

Proposition de rédaction de synthèse de documents

Nous avons choisi de faire travailler les élèves sur deux grands instruments scientifiques que sont le LHC et le synchrotron SOLEIL avec comme objectif premier d'aborder des réalisations scientifiques de portée internationale dont les mises en œuvre et résultats sont cités dans l'actualité.

Le deuxième objectif est bien sûr d'aider les élèves à structurer des informations pour réaliser une synthèse. Bien que dans les exercices traditionnels de synthèse, les documents soient des textes, nous avons ici intégré des animations qui sont, *a priori*, d'un abord plus facile que les textes de vulgarisation scientifique concernant le principe de ces deux instruments.

Remarque : l'animation concernant le LHC est commentée en anglais mais elle est sous-titrée en français.

Les questions posées permettent de structurer la synthèse en trois parties :

1. Rôle des champs électriques et magnétiques dans le mouvement des particules.
2. Points communs et différences entre les deux instruments.
3. Exemples d'applications en recherche fondamentale et appliquée.

Nous donnons ci-dessous quelques pistes concernant chacune de ces parties.

1. Rôle des champs électriques et magnétiques dans le mouvement des particules

En s'appuyant sur les deux animations, les élèves doivent différencier de façon explicite le rôle des champs électriques et magnétiques :

- le champ électrique permet d'accélérer des électrons (Soleil) ou des protons (LHC) dans un accélérateur linéaire (LINAC), d'augmenter leur énergie (champ électrique pulsé) dans les boosters, la boucle du Large Hadron Collider ;
- le champ magnétique a pour rôle de courber ou de maintenir la courbure de la trajectoire des particules chargées (boosters, anneaux de stockage, LHC).

2. Points communs et différences entre les deux instruments

Points communs :

- le LHC (Large Hadron Collider) et le synchrotron SOLEIL sont les deux grands équipements qui utilisent l'énergie de faisceaux de particules pour la recherche fondamentale ;
- ces deux instruments possèdent accélérateurs de particules et larges boucles dans lesquelles circulent les faisceaux de particules chargées ;
- les particules qui circulent dans ces deux instruments ont des vitesses proches de celle de la lumière.

Différences :

- les particules sont différentes : électrons dans le synchrotron Soleil, protons dans le LHC ;
- les expériences sont également différentes : dans le LHC (Large Hadron Collider), ce sont les particules émises lors de chocs entre protons de très haute énergie qui sont étudiées ;
- dans SOLEIL, ce sont les interactions entre le rayonnement synchrotron (rayonnement lumineux très intense) et l'échantillon de matière qui permettent d'étudier les propriétés de celle-ci ;
- les objectifs scientifiques diffèrent également pour ces deux instruments.

Comme l'indique le texte sur les domaines d'application de SOLEIL, ce sont les structures et propriétés de la matière qui sont explorées avec le rayonnement synchrotron. Pour le LHC, les questions qui guident les recherches concernent la physique théorique.

3. Exemples d'applications en recherche fondamentale et appliquée

- pour le LHC : recherche et découverte du boson de Higgs, nature de la matière noire, antimatière, recherches sur les premiers instants de l'Univers (le Big Bang) – tests des théories de la physique ;
- pour SOLEIL : les domaines d'application sont cités dans le texte (physique, médecine et biologie, chimie,...).