

Applications industrielles

L'électricité statique peut causer beaucoup de problèmes mais peut également présenter des avantages.

Causes

Par frottement, séparation ou chaleur, les électrons perdent le contact avec l'atome et se combinent avec d'autres atomes.

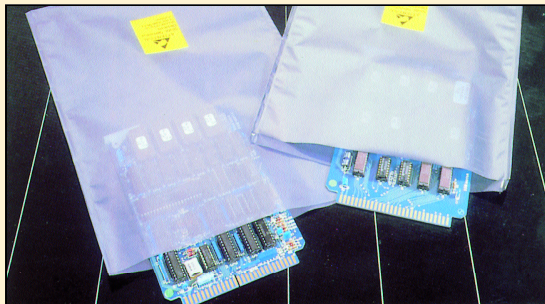
D'où ionisation.

Solutions

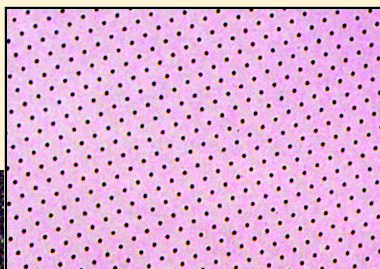
- Humidification de l'air.

Une humidité de l'air à 70 % empêche les charges électrostatiques de prendre naissance.

- Augmentation de la conductibilité des corps isolants, par addition de certains produits antistatiques

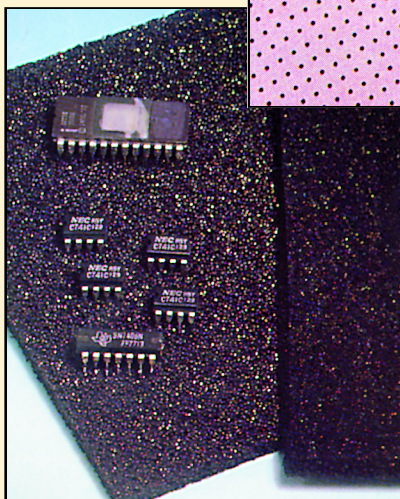


Emballage de circuits électroniques



Tapis de table et de sol

Revêtement de chaise



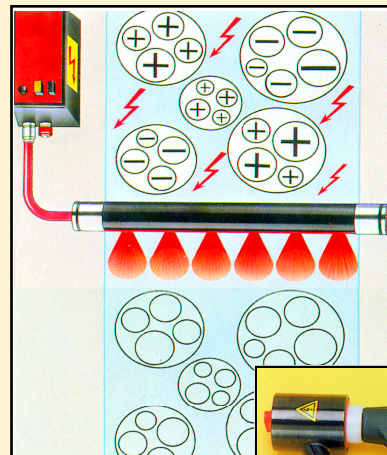
Stockage de circuits intégrés

Résultat

Les personnes subissent des décharges, des incendies peuvent être provoqués, les poussières collent, ...

- Mise à la terre des corps solides

- Production d'ions positifs et négatifs au moyen d'un champ électrique généré par la haute tension.



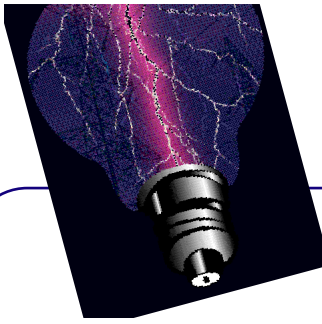
Barres ionisantes pour matériaux plats.



Pistolets à air pulsé pour neutraliser les poussières et séparer des objets



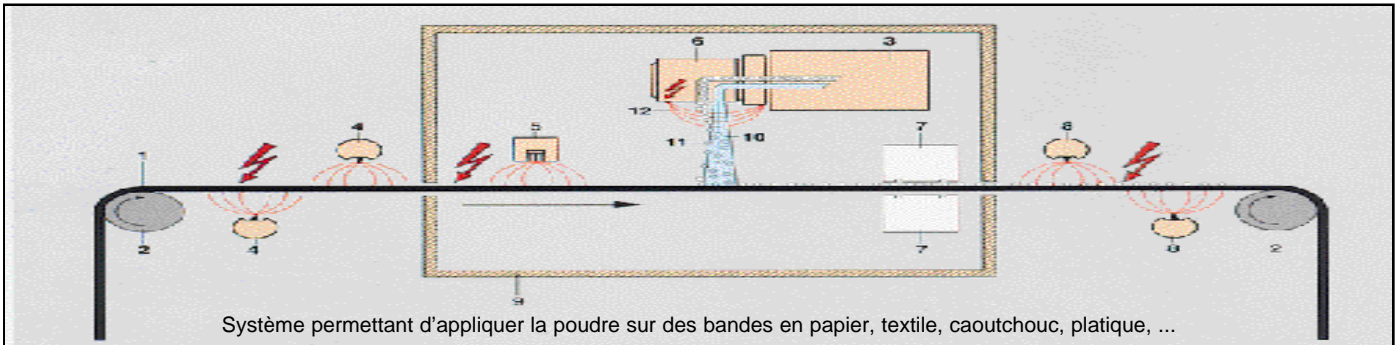
Brosses ionisantes pour nettoyer les surfaces où des poussières se sont déposées.



Applications industrielles

Où ioniser ?

En imprimerie, dans les procédés de poudrage.

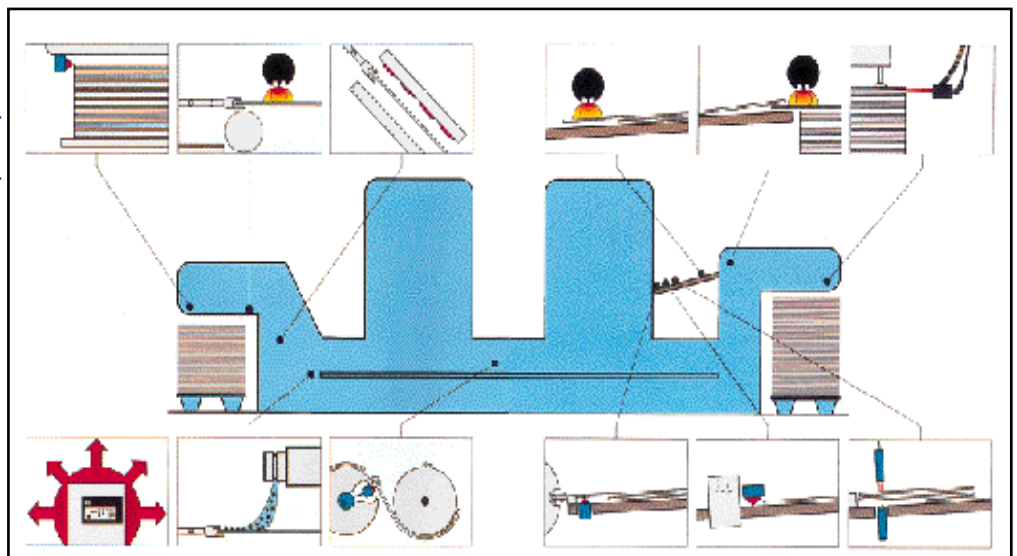


La bande (1) est neutralisée sur ses deux faces par des barres d'ionisation (4).

Elle est ensuite chargée électrostatiquement par une barre de charge (5) avant d'être poudrée.

La poudre qui vient de recevoir une charge électrostatique inverse (12) est soufflée sur la bande par un rideau d'air (10). Des éléments (7) aspirent la poudre non utilisée.

Une fois sortie, la bande est à nouveau neutralisée par deux barres d'ionisation (8) afin de la rendre neutre pour la suite du traitement.



Industrie de l'emballage

La fabrication, la manipulation, la transformation, l'injection, l'impression, sont des domaines où, pour les matières plastiques, l'électricité statique peut créer de gros ennuis.

Industrie textile

Les machines à bobiner les fibres synthétiques, machines à tisser, à coudre, à imprimer, ...

Industrie optique

Fabrication de prismes, de lentilles, miroirs, exempts de poussière.

Industrie chimique

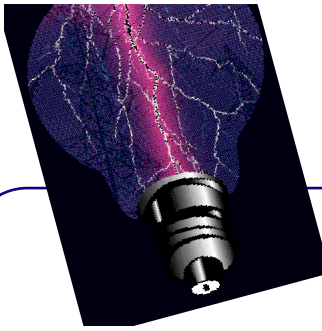
Broyeurs, déshydrateurs de granulés, agitateurs, malaxeurs, machines à fabriquer les comprimés.

Industrie pétrolière

Ecoulement du liquide, remplissage de réservoirs, camions citerne, pompe à essence, ...

Hôpitaux

Matières plastiques interdites, chaussures à semelles conductrices, table d'opération, brancards et tables roulantes, masques à oxygène, ...



Applications industrielles

Techniques d'impression

Aujourd'hui, les principales méthodes utilisées pour l'impression sont l'offset (procédé à plat), la typographie (procédé en relief) et l'héliogravure (procédé en creux). Mais il existe aussi d'autres techniques comme la lithographie, la flexographie, la sérigraphie, ainsi que de nouvelles méthodes comme l'impression à jet d'encre ou la xérographie.

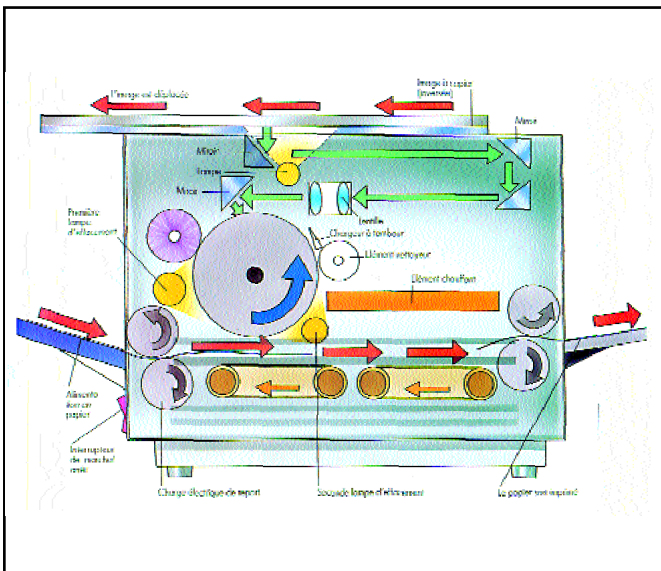
Xérographie : technique d'impression électrostatique à sec permettant la reproduction de textes ou de documents.

Remarque : La xérographie a également été appliquée à la production d'images radiographiques sous le nom de xéroradiographie; elle est notamment utilisée en mammographie pour la détection précoce des cancers du sein.

Les photocopieuses modernes et les imprimantes laser possèdent une surface imprimante qui devient instantanément opérationnelle à partir du moment où l'original a été photographié ou scanné (numérisé). En effet, la surface est recouverte d'une matière photoconductrice qui, dans l'obscurité, se comporte comme un isolant chargé d'électricité statique. Les zones, de la surface, illuminées par un rayon laser deviennent alors conductrices et perdent leur charge. Les autres zones gardent leur charge, attirant des particules de colorant de charges opposées appelées toner. Le toner est alors transféré vers un morceau de papier ou de plastique par attraction électrostatique.

L'image ainsi formée est alors définitivement fixée par exposition à la chaleur ou à des vapeurs de solvants.

La couche photoconductrice telle que le sélénium ou le sulfure de cadmium peut être recyclée plusieurs milliers de fois.



Procédé Kirlian

Procédé photographique qui fait intervenir un phénomène électrostatique associé à l'objet photographié. Lorsqu'un film non exposé est placé sur une électrode, l'objet étant placé sur le film, on le soumet à des impulsions de haut-voltage. En développant le

film, on aperçoit alors différentes sortes de « halos » autour de l'objet.

Les résultats sont réels, bien qu'on ne comprenne pas vraiment le processus exact!

Peinture

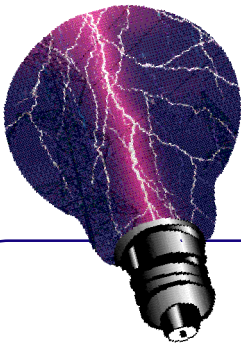
Dans certains cas, les peintures à émulsion solide (peintures en poudre) remplacent les peintures liquides. Elles sont pulvérisées sur une surface métallique, notamment pour la finition de machines,

et adhèrent par attraction électrostatique. La chaleur liquéfie la poudre, qui se transforme en une pellicule.

Polonium

Élément métallique radioactif rare de symbole Po. Il appartient au groupe 16 (ou VIa) du tableau périodique et son numéro atomique est 84.

Dans l'imprimerie et en photographie, le polonium est utilisé dans les appareils qui ionisent l'air pour éliminer l'accumulation des charges électrostatiques.



Applications industrielles

Filtres électrostatiques

Dispositif électrique mis au point en 1906 et permettant d'éliminer les impuretés, telles que la poussière, les fumées ou le brouillard en suspension dans l'air, ou dans d'autres gaz.

Le gaz à purifier s'écoule dans des conduites munies d'une série d'électrodes de décharge isolées électriquement du reste du filtre. Ces électrodes sont alimentées en courant continu à des tensions élevées allant de 30 000 à 75 000 V. Au-delà des électrodes

de décharge se trouvent de grosses électrodes collectrices chargées électriquement.

Le courant à haute tension appliqué aux électrodes de décharge ionise les impuretés : les particules en suspension deviennent électriquement chargées. Les électrodes collectrices ont une charge opposée à celle des particules ionisées : les particules en suspension se déplacent vers les électrodes collectrices et se déposent à leur surface. Il faut nettoyer périodiquement les électrodes collectrices pour en retirer les impuretés qui s'y sont déposées.

Les filtres électrostatiques sont très utilisés pour éliminer la pollution atmosphérique provenant des fumées des installations industrielles, telles que les chaudières à vapeur et les fours à ciment!

Dans les incinérateurs, outre la chaleur et les polluants gazeux, il y a des produits non gazeux dont la cendre et les résidus solides non brûlés.

Ceux-ci sont souvent maîtrisés à l'aide de dépoussiéreurs par voie humide ou électrostatique.

Lorsque l'air doit être exempt de poussière, comme cela est nécessaire pour la fabrication de certains médicaments, de microprocesseurs ou encore d'équipements médicaux, le système de climatisation est équipé de filtres électrostatiques.



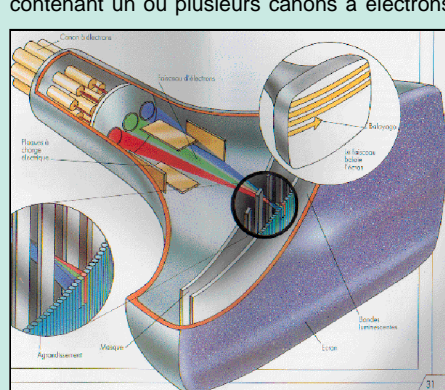
Déviations et focalisations

Les rayons cathodiques peuvent être déviés et focalisés par un champ magnétique ou électrostatique. Ces propriétés sont utilisées dans le microscope électronique, dans l'oscilloscope à rayons cathodiques et dans le tube image d'un poste de télévision.

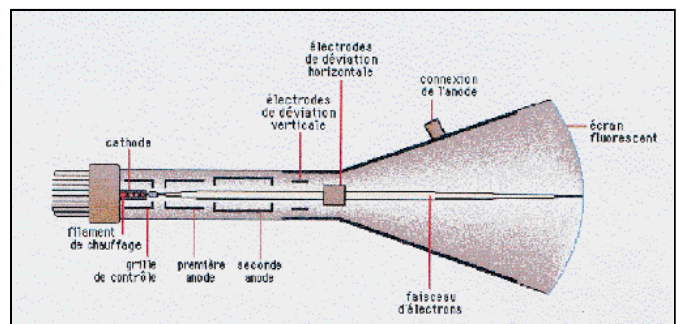
Les microscopes électroniques se composent de plusieurs éléments. Un canon à électrons émet des électrons qui frappent l'échantillon et créent une image agrandie. Des « lentilles » magnétiques, qui créent des champs magnétiques, sont utilisées pour diriger et focaliser les électrons.

La chambre sous vide constitue un élément important de tout microscope électronique. Les électrons sont en effet facilement diffusés par les molécules de l'air. Il faut donc que l'intérieur d'un microscope électronique soit sous un vide très poussé.

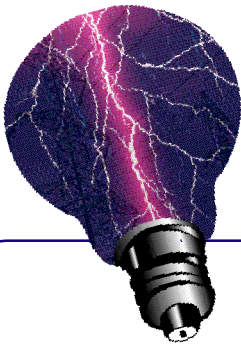
Tube cathodique : élément principal des postes de télévision et des moniteurs des ordinateurs. Il est constitué d'un tube à vide contenant un ou plusieurs canons à électrons, dont les faisceaux balayent à grande vitesse la face interne du fond du tube revêtu d'une couche luminescente qui s'illumine au passage des faisceaux.



Dès son émission, chaque faisceau est dévié par une série d'électroaimants formant le déflecteur.



Oscilloscope : instrument électronique qui permet de visualiser les variations de tension, ou de courant, d'un circuit électrique ou électronique au cours du temps. Un faisceau d'électrons émis par un tube cathodique, accéléré puis dévié par un champ électrique, frappe un écran luminescent.

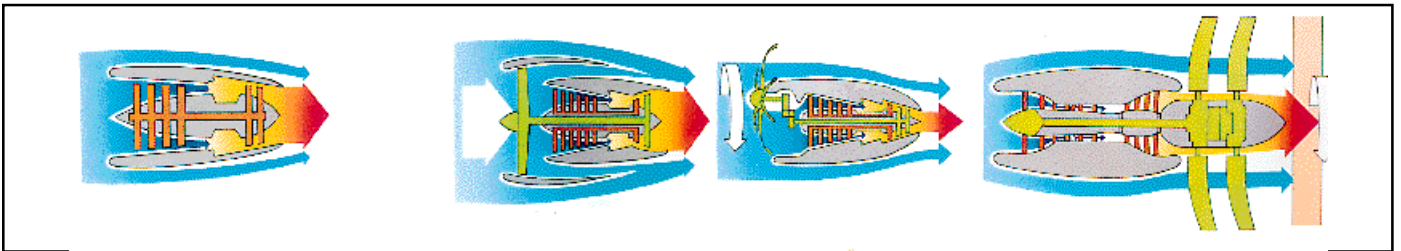


Applications industrielles

Fusées

Bon nombre de missiles et engins spatiaux sont propulsés par des fusées comportant plusieurs étages, dont certains utilisent des propergols liquides, d'autres des propergols solides.

Le propergol est un mélange de produits (ergols) qui libèrent l'énergie nécessaire à la propulsion d'un moteur-fusée par réaction chimique.



D'autres types de moteurs-fusées évolués sont à l'étude pour d'éventuelles missions spatiales de longue durée, devant traverser des champs gravitationnels faibles.

Parmi ces technologies futuristes, figure le moteur à plasma : il contient un gaz ionisé extrêmement chaud qui peut s'échapper vers l'arrière du moteur à

une vitesse très élevée; le gaz ionisé peut être accéléré par un champ électromagnétique.

Autre technologie, le moteur ionique expulse à de très grandes vitesses des atomes ionisés, de Césium par exemple, grâce cette fois à un champ électrostatique.

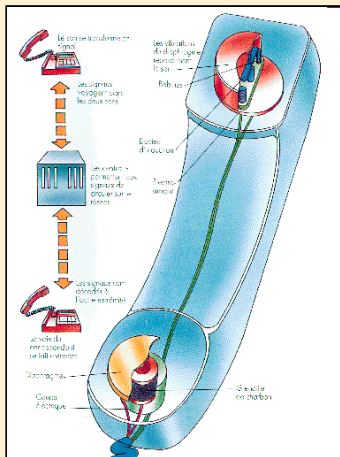
Effet piézo-électrique

Apparition d'un potentiel électrique sur certaines faces d'un cristal lorsque celui-ci est soumis à une pression mécanique. En revanche, le cristal subit une distorsion mécanique lorsqu'un champ électrique est appliqué sur certaines de ses faces.

Les manomètres utilisés pour enregistrer des pressions variant rapidement comportent en général des capteurs piézo-électriques ou électrostatiques qui fournissent un résultat instantané.

Pouvant convertir un effort mécanique en tension électrique, et réciproquement, les cristaux piézo-électriques sont utilisés dans la fabrication des microphones.

Dans ce type de microphone, les ondes sonores font vibrer un diaphragme qui, en retour, fait varier la pression sur le cristal piézo-électrique. Cela crée une tension relativement faible, susceptible alors d'être amplifiée.

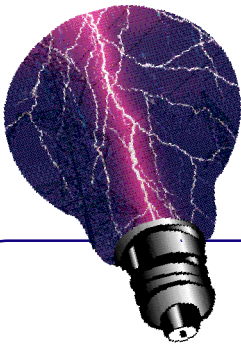


Remarque : on peut citer les microphones dynamiques, tels que les microphones à ruban et les microphones à bobines.

Sur les microphones à ruban, un fin ruban métallique, placé dans un champ magnétique, est fixé au diaphragme. Une faible tension se crée dans le ruban par induction électromagnétique, lorsque les ondes sonores atteignent le diaphragme et font vibrer le ruban.

Un microphone à bobines fonctionne de manière similaire mais, à la place d'un ruban, c'est une bobine de fils fins qui est fixée au diaphragme.

Le microphone électrostatique est encore un autre type de microphone. Il comporte deux fines plaques métalliques placées à proximité l'une de l'autre, et jouant le rôle de condensateur. Les variations de pression acoustique se traduisent par une modification de la capacité du condensateur, et donc du courant électrique.



Applications industrielles

Electrolyse

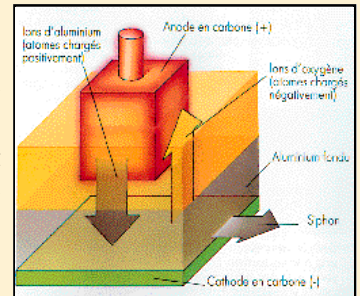
La décomposition électrolytique est la base d'un nombre important de procédés de fabrication.

La soude caustique, produit chimique important dans la fabrication du papier, de la rayonne et des films photographiques, est obtenue par l'électrolyse d'une solution aqueuse de sel ordinaire.

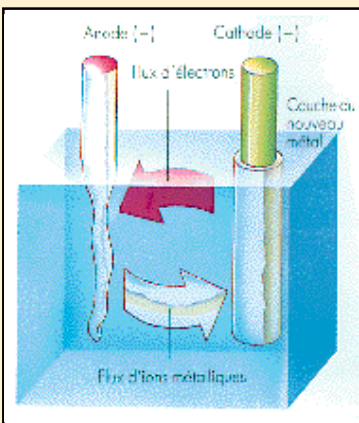
On utilise l'électrolyse dans les fours électriques pour produire l'aluminium, le magnésium et le sodium. Les sels métalliques sont fondus et ionisés; le métal se dépose ensuite par électrolyse.

L'électrolyse est également utilisée dans le raffinage du plomb, de l'étain, du cuivre, de l'or et de l'argent.

L'électrolyse permet d'obtenir des métaux très purs.



Electrodéposition



Elle est utilisée pour recouvrir des supports métalliques de minces couches de métaux précieux ou d'autres métaux et alliages pour renforcer et améliorer la résistance à l'usure des supports.

Les objets sont galvanisés pour empêcher la corrosion, obtenir une surface dure ou une couche de finition

attractive, purifier les métaux (comme le raffinage électrolytique du cuivre), pour séparer les métaux avant une analyse quantitative, ou, comme l'électrotypie, pour reproduire une forme à partir d'un moule. L'objet à traiter est placé dans une solution, appelée bain, contenant le sel du métal à électrodeposer. L'objet est relié à la borne négative d'une source externe d'électricité. Un autre conducteur, souvent composé du métal à électrodeposer, est relié à la borne positive d'une source électrique.

Lorsque le courant passe dans la solution, les atomes du métal se déposent sur la cathode, ou élec-

trode négative. Les atomes métalliques du bain sont remplacés par les atomes de l'anode (électrode positive), lorsqu'elle est constituée du même métal, comme pour le cuivre et l'argent. Dans l'autre cas, les atomes métalliques sont remplacés par ajouts périodiques du sel dans le bain comme pour l'or et le chrome. Les colloïdes ou certains composés spécifiques sont souvent ajoutés au bain, pour améliorer l'uniformité de la surface du dépôt.

Colloïde : suspension de fines particules dans un fluide ou milieu dispersant. Les particules colloïdales ont en général un diamètre compris entre 0,2 et 0,002 μm . Exemple : la mayonnaise est une suspension de très petites gouttelettes d'huile dans l'eau.

Dans un milieu dispersant liquide ou gazeux, les particules colloïdales tendent à se déplacer sous l'action d'un champ électrique. Ce phénomène est appelé électrophorèse.

De nombreux composés naturels ou alimentaires sont constitués de colloïdes (le lait, le blanc d'œuf) ainsi que les shampoings et les colles.

En médecine, on utilise certains radioéléments, tels que l'or ou le cuivre, sous forme colloïdale. En effet, la taille importante des particules colloïdales leur permet de ne pas être entraînées par les processus métaboliques. Ces radioéléments sont utilisés pour soigner certaines tumeurs.

Electrophorèse

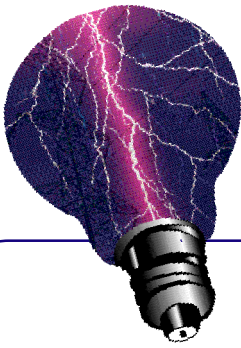
Dans une émulsion de latex en milieu aqueux, par exemple, les gouttelettes de caoutchouc se chargent électriquement par absorption d'ions. Si une différence de potentiel est appliquée entre une paire d'électrodes dans une émulsion, les particules de caoutchouc migrent vers l'électrode qui possède une charge opposée à la leur. Les particules de caoutchouc déposées sur l'électrode se rassemblent en un produit similaire; c'est par ce procédé que sont fabriqués les gants chirurgicaux en caoutchouc.

L'électrophorèse est également utilisée pour l'étude des protéines et le diagnostic des maladies provo-

quant des anomalies du sérum sanguin.

Si les particules en suspension migrent vers l'électrode négative, le processus est appelé cataphorèse; si elles migrent vers l'électrode positive, le processus est appelé anaphorèse.

L'électro-osmose est un phénomène de même nature où la phase solide reste immobile alors que la phase liquide migre sous l'effet d'un champ électrique appliqué.



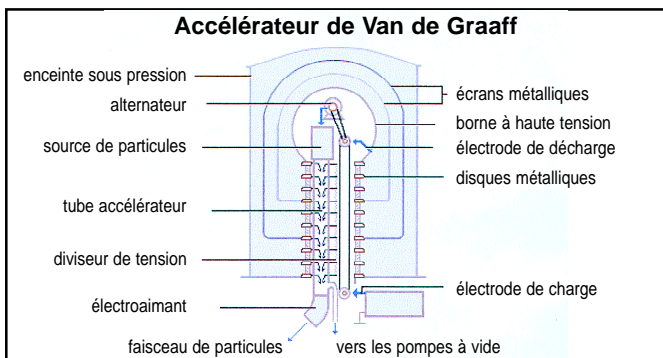
Applications industrielles

Accélérateurs de particules

Appareils utilisés pour accélérer des particules élémentaires chargées, afin de les amener à une énergie cinétique élevée. Les accélérateurs de particules sont les appareils les plus volumineux et les plus coûteux de ceux qui sont utilisés par les physi-

ciens. Ils sont tous constitués de trois parties : une source de particules élémentaires, un tube placé sous un vide partiel, dans lequel les particules peuvent se déplacer librement et des dispositifs d'accélération des particules.

Accélérateurs électrostatiques



C'est en plaçant des électrodes ayant une différence de potentiel élevée à chaque extrémité d'un tube sous vide, que les scientifiques britanniques John D. Cockcroft et Ernest Walton ont pu accélérer des protons à 250 000 eV (électronvolts).

L'accélérateur de type Van de Graaff est un accélérateur électrostatique: un potentiel est établi entre deux électrodes par transport de charges sur un système en mouvement. Il peut accélérer des particules jusqu'à des énergies de 15 MeV (15 millions de eV).

Accélérateurs linéaires

Un champ électrique alternatif accélère les particules en leur communiquant un mouvement rectiligne. Les particules traversent une série de tubes métalliques creux dans un cylindre sous vide. Les particules se déplacent en groupes. Chaque paquet est soumis à une impulsion lorsqu'il passe d'un tube à l'autre. Le plus grand accélérateur linéaire à électrons du monde est celui de l'université Stanford,

avec une longueur de 3,2 km. Il peut accélérer des électrons à une énergie de 20 GeV (20 milliards d'électronvolts ou giga électronvolts). Il est conçu pour provoquer des collisions entre deux faisceaux de particules accélérées par des rotations et gardées provisoirement dans des anneaux de stockage (voir ci-dessous, Anneaux de stockage pour collisionneur).

Accélérateurs circulaires

A énergie égale, les accélérateurs circulaires ont des dimensions inférieures à celles des accélérateurs linéaires. Parmi les accélérateurs circulaires,

on peut citer : le cyclotron, le bêtatron, le synchrotron et le collisionneur à anneaux de stockage.

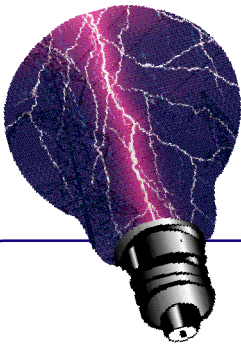
Le cyclotron

Il est constitué de deux chambres à vide accolées et en forme de D. Un champ magnétique uniforme est produit par un puissant électroaimant. Les particules chargées sont accélérées avant de pénétrer dans le cyclotron. Sous l'action du champ magnétique, elles acquièrent un mouvement circulaire uniforme (vitesse constante). Lorsqu'elles passent d'un D à l'autre, elles sont accélérées et augmentent donc leur énergie cinétique.

Dans le synchrocyclotron, l'oscillateur qui accélère les particules entre les D est automatiquement ajusté pour rester en phase avec les particules en accéléra-

tion. Pour augmenter l'énergie d'un synchrocyclotron, il faut augmenter sa taille, car les particules ont alors un besoin croissant d'espace pour pouvoir suivre leur trajectoire circulaire. Le plus grand synchrocyclotron est le phasotron de 600 cm, à l'Institut Commun de Douvna pour la Recherche Nucléaire, en Russie : il accélère les protons à plus de 700 MeV et possède des aimants de 6.984 tonnes.

Le plus puissant cyclotron du monde, le K1200, fut mis en service en 1988 au National Superconducting Cyclotron Laboratory, à l'université de Michigan. Cet appareil peut accélérer des noyaux à une énergie proche de 8 GeV.



Applications industrielles

Le bêtatron

Lorsque des électrons sont accélérés, leur masse augmente de façon importante pour une énergie relativement faible. À une énergie de 1 MeV, un électron a une masse trois fois plus élevée qu'au repos. Les synchrocyclotrons ne peuvent être adaptés à des augmentations de masse aussi importantes. C'est pourquoi un autre type d'accélérateur circulaire, le bêtatron, est utilisé pour accélérer les électrons. Le bêtatron est constitué d'une boîte à vide placée entre les pôles d'un électroaimant. Un champ magnétique maintient les électrons sur une trajectoire circulaire. Un courant alternatif est appliqué à l'électroaimant et la force électromotrice induite par les variations du flux magnétique dans l'orbite circulaire accélère les électrons. Pendant cette opération, le champ et le flux magnétique sont modulés pour que le rayon de l'orbite des électrons soit constant.

Le synchrotron

Il est le plus récent et le plus puissant des accélérateurs circulaires. Un synchrotron est constitué d'un tube en forme de grand anneau à travers lequel les particules se déplacent. Le tube est entouré d'aimants qui maintiennent les particules en son centre. Les particules pénètrent dans le tube après avoir été accélérées à plusieurs millions de eV. Elles sont accélérées

Collisionneurs à anneaux de stockage

Un collisionneur est constitué d'un accélérateur et d'un anneau de stockage. Cette association permet de provoquer des collisions entre des particules d'énergies supérieures à celles que l'on accélère de façon classique. Comme les électrons et les positrons ont des charges électriques opposées, ils peuvent être stockés dans le même anneau en circulant dans des directions opposées. Lorsque l'on veut faire entrer en collision des particules de même charge, celles-ci doivent être stockées dans des anneaux séparés.

Conclusion

Si puissants que soient les dispositifs à collisions actuels, les physiciens souhaitent davantage de puissance pour pouvoir vérifier leurs théories. En 1988, les États-Unis concurent les plans pour la construc-

La radiologie thérapeutique ou radiothérapie traite certaines maladies, notamment les cancers, par le recours aux radiations ionisantes.

Le traitement par irradiation superficielle est réservé aux atteintes malignes de la peau et des yeux. Le traitement par orthovoltage (de 120 à 1 000 kV) a été largement remplacé par le traitement par mégavoltage (plus de 1 000 kV) produit par un isotope (cobalt) ou par un accélérateur de particules du type bêtatron.



en un ou plusieurs points de l'anneau à chaque fois qu'elles ont accompli un tour complet dans l'accélérateur. Pour que les particules restent sur une orbite fixe, les forces des aimants sur l'anneau sont augmentées avec le gain d'énergie des particules. En quelques secondes, les particules atteignent des énergies supérieures à 1 GeV. La plupart des grands dispositifs sont des synchrotrons à protons.



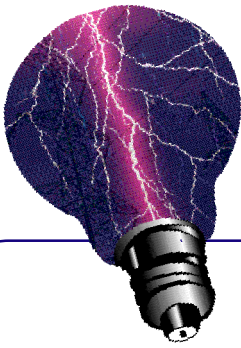
Collisionneurs du Cern – Le grand cercle correspond au site du collisionneur à électron-positron (LEP), enfoui à une profondeur de 100m et décrivant un anneau de 27km de circonférence. Le petit cercle traduit l'emplacement du collisionneur à proton-antiproton.

tion du Super Collisionneur à Supraconducteur (SSC), près de Waxahatchie, au Texas. Le SSC devait être un collisionneur avec un anneau de stockage de 87 km. Cependant, l'énorme coût prévu par cet accélérateur provoqua l'arrêt de sa construction en 1993.

Applications

Les accélérateurs sont utilisés pour explorer les noyaux atomiques, ce qui permet aux spécialistes de chimie nucléaire d'expliquer la structure et le comportement de la matière. Les équipements dépassant 1 GeV sont utilisés pour étudier les particules fondamentales des noyaux. Plusieurs centaines de ces particules ont

été identifiées. Les physiciens espèrent découvrir des règles ou des principes qui permettront d'établir l'ordre d'arrangement des particules subnucléaires. Les collisionneurs permettent aux scientifiques de provoquer de violentes collisions entre les particules et de s'approcher ainsi de l'état de l'Univers lors de sa naissance.



Applications industrielles

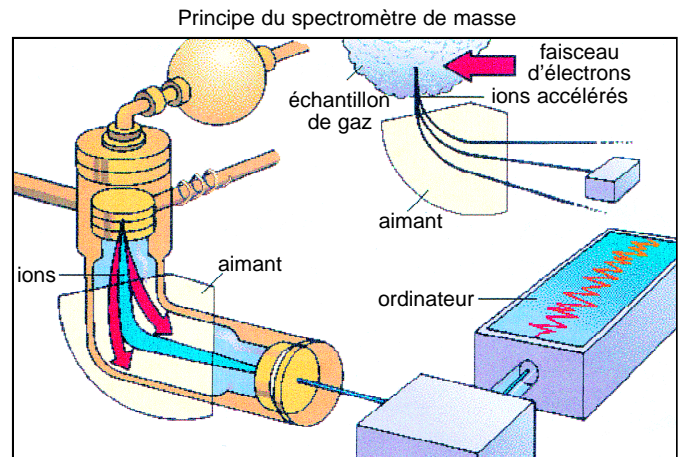
Spectromètre de masse

Appareil capable de convertir les molécules en ions et de séparer ces derniers en fonction du rapport entre leur masse et leur charge. Les spectro-

Tous les spectromètres de masse se composent de quatre éléments : un dispositif d'introduction de l'échantillon à étudier, un système d'ionisation de cet échantillon, un accélérateur qui dirige les ions dans l'appareil de mesure et un système qui sépare les ions et enregistre le spectre de masse de l'échantillon.

Dans un spectromètre de masse à déflexion magnétique, des ions de charge positive sont créés à partir de l'échantillon et accélérés par un champ électrostatique. Un champ magnétique provoque une déviation de leur trajectoire dont l'amplitude est fonction de leur masse. Les ions d'une certaine masse frappent le détecteur. Les ions de masse plus

mètres de masse sont utilisés pour identifier les atomes et leurs isotopes et pour déterminer la composition chimique d'un échantillon.



faible sont trop déviés et n'atteignent pas le détecteur. Il en est de même des ions de masse plus élevée, qui ne sont pas suffisamment déviés. En faisant varier lentement l'intensité du champ magnétique, on peut alors détecter et mesurer les proportions relatives de tous les constituants de l'échantillon.

Utilisation des spectromètres

Les spectromètres de masse sont très précis, donc très utiles pour l'analyse de mélanges complexes. Les produits résultant du raffinage et du traitement du pétrole, par exemple, contiennent divers hydrocarbures de compositions chimiques relativement proches. Ils sont donc difficiles à séparer par les méthodes conventionnelles d'analyse chimique. Avec un spectromètre de masse, ils peuvent être facilement isolés et analysés. Plusieurs spectro-

mètres de masse accouplés sont encore plus sensibles qu'un spectromètre de masse conventionnel. En biologie moléculaire, une paire de spectromètres de masse permet d'établir, en quelques minutes seulement, la séquence linéaire des acides aminés dans une molécule de protéine. Ces appareils sont mille fois plus sensibles que n'importe quel spectromètre isolé.

Parmi les vingt acides aminés (a-aminoacides) entrant dans la composition des protéines, les acides aminés hydrophobes présentent une forte interaction avec les lipides.

NATURE	FORMULE	NOM
Aliphatique	H-	Glycine (Gly, G)
Aliphatique	CH ₃ -	Alanine (Ala, A)
Aliphatique	(CH ₃) ₂ -CH-	Valine (Val, V)
Aliphatique	(CH ₃) ₂ -CH-CH ₂ -	Leucine (Leu, L)
Aliphatique	CH ₃ -CH ₂ -C(CH ₃)H-	Isoleucine (Ile, I)
	(N)-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -	Proline (Pro, P)
Aromatique	Phe-CH ₂ -	Phénylalanine (Phe, F)
Aromatique	PheOH-CH ₂ -	Tyrosine (Tyr, Y)
Noyau indole	ln-CH ₂ -	Tryptophane (Trp, W)

Les acides aminés hydrophiles forment facilement des liaisons hydrogènes (liaison faible) avec l'eau ou les autres groupes polaires

NATURE	FORMULE	NOM
Alcool	-CH ₂ -OH	Sérine (Ser, S)
Alcool	-C(CH ₃)H-OH	Thréonine (Thr, T)
Groupe soufré	-CH ₂ -SH	Cystéine (Cys, C)
Groupe soufré	CH ₃ -S-CH ₂ -CH ₂ -	Méthionine (Met, M)
Amide	NH ₂ -CO-CH ₂ -	Asparagine (Asp, N)
Amide	NH ₂ -CO-CH ₂ -CH ₂ -	Glutamine (Gln, Q)
Diamine	NH ₃ ⁺ -(CH ₂) ₄ -	Lysine (Lys, K)
Diamine	NH ₂ -C(NH ₂ ⁺)-NH-(CH ₂) ₃ -	Arginine (Arg, R)
Imidazole	Im-CH ₂ -	Histidine
Carbonate	COO-CH ₂ -	Aspartate (Asp, D)
Carbonate	COO-CH ₂ -CH ₂ -	Glutamate (Glu, E)