

100 expériences
de **CHIMIE**
MAGIQUE

L.A.FORD

100 EXPÉRIENCES
DE
CHIMIE MAGIQUE

100 EXPÉRIENCES
DE
CHIMIE
MAGIQUE

PAR

L. A. FORD

Professeur de chimie au Mankato State College.

NOUVEAU TIRAGE

DUNOD
PARIS
1970

*Traduction de l'ouvrage publié
en langue anglaise sous le titre*

CHEMICAL MAGIC

par T.S. DENISON & COMPANY, Inc.
Minneapolis (U.S.A)

Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.

TABLE DES MATIERES

MYSTÈRE ET ART DE LA PRÉSENTATION.....	1
L'ESTRADE	2
VISIBILITÉ	3
MOUVEMENT, BRUIT ET COULEURS	4
LE BONIMENT	5
MESURES DE SÉCURITÉ	6
Anneaux de fumée	9
Arbre de neige (L').....	11
Arbre de plomb (L')	12
Arbre orangé (L')	14
Baguette incendiaire (La)	15
Baguette magique (La)	16
Bâtonnet qui s'enflamme (Le).....	17
Bleu évanescent (Le).....	18
Bougie comestible (La).....	19
Bougie obéissante (La).....	20
Bougie (Tours avec une).....	21
Bougies qui s'allument seules (Les).....	24
Boule étincelante (La)	25
Boules capricieuses (Les).....	26
Bouteille obéissante (La) (ludion).....	28
Bulles de savon.....	30
Canon chimique (Le).....	31
Caoutchouc synthétique (Le).....	32
Chenille incandescente (La).....	33
Colonnes bouillonnantes (Les).....	35
Congélation rapide.....	37
Couleur sensible à la chaleur (La)	38
Couleurs patriotiques (Les).....	38
Cristaux (Les).....	40

AVANT-PROPOS

La présentation de *Chimie magique* est une des principales attractions de la kermesse scientifique organisée chaque année au Mankato State College, du Minnesota (U.S.A.). Exécutées par des élèves du Collège, les expériences retiennent l'intérêt des professeurs de sciences aussi bien que des étudiants ; elles suscitent de nombreuses demandes de précisions sur la façon de les exécuter, et j'en ai déjà décrit un bon nombre dans diverses publications, depuis les Bulletins du Collège, jusqu'aux Comptes rendus de l'Académie des Sciences du Minnesota.

C'est le grand nombre de demandes d'explications détaillées, émanant tant de professeurs de lycées et de facultés que d'animateurs de mouvements de jeunes, qui m'a conduit à écrire ce livre.

Il est à peu près impossible de préciser la paternité d'une expérience déterminée. Sans aucun doute, des expériences analogues à celles que décrit cet ouvrage ont été pratiquées dans le passé, à d'innombrables reprises, par des professeurs et des étudiants ; mais je ne connais pas d'autre livre qui en rassemble d'aussi peu connues, particulièrement spectaculaires. Je forme le vœu que celles qui sont décrites ici stimulent la formation de jeunes chercheurs.

Chaque expérience décrite a été essayée par moi-même et par les élèves travaillant sous ma direction. Je me suis efforcé de préciser les façons de procéder et les quantités de produits chimiques à utiliser. Mais chaque expérimentateur fera bien de vérifier ces données en fonction du matériel dont il dispose : il est impossible, en effet, de rendre compte d'une façon abso-

tions, les récipients de verre et les divers autres objets à utiliser, peut être emporté sur les lieux de démonstration. Si les expériences sont judicieusement choisies, un intéressant programme d'une demi-heure peut être mis sur pied avec une quantité surprenamment faible de matériel, susceptible d'être contenu dans une ou deux boîtes de carton. L'eau nécessaire pour dissoudre les produits peut être ajoutée sur place.

lument sûre de tous les détails opératoires, et il ne faut pas renoncer à une expérience si elle ne réussit pas du premier coup ; on doit passer un certain temps à l'étudier ainsi que les réactions mises en application ; on peut préférer employer des quantités de réactifs plus grandes ou plus petites que celles indiquées, et des récipients de capacité différentes.

La possibilité d'accidents par brûlures ou bris de verre n'a pas été sans me préoccuper. J'ai vu un professeur de chimie, dans un lycée, se brûler cruellement avec du phosphore blanc. Mais en quinze ans de pratique de chimie magique, je n'ai jamais vu un étudiant blessé ou douloureusement atteint. On peut, évidemment, éliminer les expériences dangereuses, mais les explosions et les feux sont justement le fait des démonstrations les plus spectaculaires, et l'on peut les pratiquer sans grand risque si l'adulte qui prend la responsabilité de l'organisation de la séance sait imposer aux jeunes opérateurs quelques règles de sécurité impérieuses et efficaces.

Voici quelques-unes de ces règles :

- 1° Les expériences dangereuses ne doivent être entreprises que sous la surveillance d'un adulte compétent.
- 2° Le phosphore blanc et ses solutions ne doivent être maniés que par un professeur ou une personne compétente.
- 3° Les séances en public ne seront autorisées qu'après plusieurs répétitions.
- 4° Sous aucun prétexte un étudiant ne doit travailler seul dans un laboratoire.

L. A. FORD.

AVERTISSEMENT

Ce livre rassemble des expériences ou démonstrations de chimie pouvant être qualifiées de « magiques » à cause de leur effet inattendu ou leur caractère mystificateur, et qui peuvent être pratiquées par quiconque s'intéresse aux questions scientifiques. Le matériel et les produits à utiliser sont ceux qu'on trouve dans n'importe quel laboratoire de collège ou chez un droguiste ; quelques objets font partie de l'attirail ménager. Mais, nous le répétons, il s'agit d'une série d'expériences simples et pourtant impressionnantes, qu'on peut réaliser avec du matériel très ordinaire.

Analogues à celles que l'on peut trouver décrites dans diverses publications, toutes ont été exécutées devant de nombreux groupes d'adultes ou d'étudiants, pour leur distraction et leur amusement. Elles ont été présentées dans des clubs ⁽¹⁾, des organisations de jeunes, des kermesses, et dans des expositions scientifiques ; les opérateurs étaient des professeurs et des étudiants de collèges et de facultés.

Leur caractère de divertissement ou d'information se trouvant convenir à des séances d'information ou à des salles de classes, ces expériences ont aidé à préciser la vocation de jeunes gens qui, depuis, ont fait de la chimie leur carrière.

Un nécessaire contenant les produits chimiques⁽²⁾, les solu-

(1) L'auteur fait allusion aux « Science clubs », assez nombreux aux Etats-Unis. En France il existe également des « clubs scientifiques », récemment groupés dans une Association nationale des Clubs scientifiques. Le Mouvement Jeunes-Science s'occupe aussi de favoriser les activités scientifiques extra-scolaires chez les jeunes. (*Note de l'éditeur*).

(2) Dans l'édition française les produits chimiques sont désignés de préférence par les noms retenus par l'Union internationale de Chimie pure et appliquée. Quand il s'agit de dénominations encore peu familières, les anciens noms sont rappelés entre parenthèses. (*Note de l'éditeur*).

Cristaux qui grandissent (Les)	41
Cruchon mystérieux (Le)	42
Eau changée en lait, et vice-versa (L')	43
Eau changée en vin, puis en café (L')	44
Eau du mystère (L')	45
Eau dure (L')	47
Eau qui brûle (L')	48
Eau vive (L')	49
Ecriture de feu (L')	50
Encre magique (L')	51
Encres sympathiques	52
Enflammer du sucre	55
Ether brûle (L')	56
Explosion	57
Explosions de poussière	59
Explosions d'iodure d'azote	60
Explosion vive	61
Extincteur improvisé (L')	62
Faire bouillir de l'eau dans du papier	64
Feu dans l'eau (Le)	65
Feu dans les mains (Le)	66
Feu dans un tube à essai (Le)	67
Feu de térébenthine (Le)	69
Feu médicinal (Le)	69
Feux de Bengale	70
Feux spontanés	72
Flamme explosive (La)	75
Flamme instantanée (La)	76
Flamme musicale (La)	77
Flamme qui disparaît et renaît (La)	79
Flammes bleues (Les)	81
Flammes froides (Les)	82
Flotteurs étagés (Les)	83
Fontaine mystérieuse (La)	85
Fontaine siphonnante (La)	87
Fumée qui traverse le verre (La)	88
Fumée violette (La)	90
Fumées	91
Fumées pourpres (Les)	92

Générateur de fumée (Un)	92
Geyser (Le)	94
Image sanglante (L')	95
Jardin chimique (Le)	96
Lumière froide (La)	97
Manger du feu	98
Mouchoir incombustible (Le)	99
Mousse cristalline (La)	100
Mousse noire (La)	101
Nid de rats (Le)	102
Œuf dans la carafe (L')	103
Œufs magiques (Les)	105
Orangeade éphémère (L')	106
Or synthétique (L')	108
Osmose (L')	109
Oxydation éclair	111
Oxygène de l'air (L')	112
Peinture de feu (La)	113
Phosphorescence	114
Poids de l'atmosphère (Sous le)	116
Portrait magique (Le)	118
Poudres magiques (Les)	119
Projection de flammes	120
Rouille rapide (La)	121
Serpent du pharaon (Le)	123
Souffle froid (Le)	124
Souffler au travers du verre	126
Thermite (La)	127
Thermomètre liquide (Le)	128
Tissu caméléon (Le)	129
Tour de vin (La)	130
Vapeurs violettes (Les)	132
Verre d'eau retourné (Le)	132
Verre invisible (Le)	133
Vin changé en eau, puis en lait (Le)	134
Volcan (Le)	136
Whisky changé en eau (Le)	137

MYSTÈRE ET ART DE LA PRÉSENTATION

Ce n'est pas tant par une expérience bien conduite que l'on retient l'intérêt des spectateurs, que par le caractère mystérieux que l'on sait donner à sa présentation. L'effet réside principalement dans la façon de procéder, le boniment ou l'histoire dont on accompagne le « tour ». Le public aime à être mystifié, et trouve son plaisir à voir comment s'y prend l'opérateur.

La différence entre une expérience mystérieuse, réalisée à titre de divertissement, et une démonstration de salle de cours est que, dans la première, la cause doit restée cachée même après l'effet produit, tandis que, dans la salle de classe, il s'agit de faire trouver la cause.

Pour réaliser une expérience divertissante, il faut dérouter l'assistance dès le départ. Des suggestions fantaisistes tromperont l'œil aussi bien que l'imagination. Pas de mensonge caractérisé, mais l'expérience doit être menée de façon à intriguer et même à mystifier ; d'où l'amusement et l'effet de surprise.

Mais, pour arriver à ce but, il est indispensable que l'opérateur répète au préalable son expérience jusqu'à ce qu'il soit capable de l'exécuter avec grande sûreté. Il doit pour cela :

- 1° étudier les directives proposées ;
- 2° rassembler tout le matériel nécessaire ;
- 3° réaliser l'expérience ;
- 4° élaborer une histoire ou un boniment ;
- 5° répéter l'ensemble au moins une fois — ou davantage.

Si l'assistance est tenue en bonne humeur, la véritable explication lui sera inconnue. C'est d'ailleurs beaucoup plus difficile à réaliser avec de jeunes étudiants qu'avec des adultes et même des hommes de science, lesquels sont souvent les plus faciles à mystifier.

Ce livre ne fait qu'exposer le mode opératoire. Plus importants sont la mise en valeur, le boniment, tout l'art de la présentation en somme. C'est là ce qui transforme l'expérience en un spectacle mystérieux, et le secret ne peut en être acquis que par une longue pratique.

Bien présentées, et quel que soit le lieu de leur exécution, salle de classe ou autre, les expériences de caractère magique ou mystérieux peuvent constituer un moyen de faire naître dans le cerveau de l'étudiant l'idée de problèmes à résoudre en faisant appel à des principes scientifiques bien établis. Il peut arriver qu'un professeur préfère exécuter une expérience de cours sans en donner aucune explication, laissant aux élèves le soin de trouver celle-ci par la voie de l'expérimentation ou par l'étude. De même, on peut présenter à un public de club scientifique une démonstration sans aucun commentaire afin de stimuler la réflexion, susciter la curiosité et l'intérêt.

L'ESTRADE

Sous réserve de quelques aménagements, une table ordinaire peut convenir pour les expériences conduites hors des salles spécialement installées. Pour chauffer les produits, à défaut de bec Bunsen, utiliser un réchaud à alcool ou à butane. Un grand bocal ou un seau d'eau sera à portée de la main. La table sera recouverte d'une feuille d'amiante pour en protéger le dessus contre les substances enflammées ou corrosives.

Si la table est petite, en avoir une autre à proximité, sur laquelle les produits et objets à utiliser seront disposés dans l'ordre où l'on en aura besoin de façon à éviter toute recherche ou tout tâtonnement. Bien qu'un opérateur puisse très

bien faire seul une démonstration en public, il est souvent commode d'avoir un assistant qui tiendra les objets tout prêts, au moment opportun.

On peut même avoir quatre ou cinq opérateurs, un autre tenant le rôle de magicien en chef. Revêtu d'un habit et coiffé d'un haut-de-forme, celui-ci présentera chacun de ses collaborateurs qui exécuteront à tour de rôle leurs prouesses — deux ou trois chacun — en les accompagnant du boniment ou de l'histoire appropriée ; ce genre de présentation est très apprécié s'il est bien conçu et répété jusqu'à parfaite mise au point.

VISIBILITÉ

Pour être visibles de tous les côtés de la salle, les expériences doivent être exécutées avec un appareillage ayant les plus grandes dimensions compatibles avec un maniement facile. De grands bocaux, de grands flacons et des supports à grande tige sont préférables à de plus petits objets analogues, et il conviendra de les disposer sur une haute table ou un bureau élevé. Des socles seront construits en contreplaqué, pour un travail et un coût minimes. Des lampes de 150 watts, à faisceau dirigé, seront placées aux endroits opportuns, au besoin même seront fixées sur les supports placés sur la table, et les expériences se détacheront sur un fond peint en blanc ou en noir pour que la visibilité en soit accrue.

Si possible, faire l'obscurité dans la salle pour faire ressortir les feux, les flammes, qui seraient moins visibles dans une pièce brillamment éclairée.

Les projecteurs braqués sur la table de démonstration seront installés de telle sorte que l'opérateur puisse les allumer ou les éteindre pendant sa présentation ; au besoin, un aide sera chargé de cette manœuvre.

Les liquides colorés sont beaucoup plus visibles que l'eau et la plupart des solutions aqueuses, qui sont transparentes. Quelques gouttes de colorant alimentaire ajoutées aux liquides permettront au public de mieux suivre la démonstration, en particulier si les liquides sont en mouvement.

MOUVEMENT, BRUIT ET COULEUR

Lorsqu'une réaction chimique est susceptible de mettre en mouvement un gaz, un liquide ou un solide, c'est ce mouvement qui attire le plus facilement l'attention ; il convient donc de l'amplifier au maximum. L'expérience de la fontaine d'ammoniac devient spectaculaire si le flacon du haut est placé à plus d'un mètre au-dessus de l'autre, la montée du liquide étant ainsi rendue plus visible. Un très grand bocal où barbote du dioxyde de carbone dans une solution colorée retient beaucoup mieux l'attention que le même phénomène provoqué dans un petit flacon. L'explosion violente qui se produit quand on fait éclater une capsule de chlorate de potassium, ou le sifflement de la fontaine d'ammoniac en fonctionnement, aident à garder le souvenir de ces démonstrations.

L'odeur des produits chimiques, la couleur des gaz, des liquides et des solides, aussi bien que le mouvement des particules, renforcent l'efficacité des expériences, en tant que moyens pédagogiques ou même d'éléments de distraction.

Pour colorer les produits, utiliser les *colorants alimentaires* dont on peut trouver un assortiment chez l'épicier : on pourra avaler de l'eau ainsi colorée, sans risque d'intoxication ; ces produits ne sont pas caustiques et les taches sur la peau s'effacent avec de l'eau et du savon. Un assortiment normal se compose de quatre petits flacons ; chacun contient un colorant dissous dans de l'eau et du propylène-glycol, dont quelques gouttes suffisent pour colorer un litre d'eau ; les couleurs sont rouge, jaune, vert et bleu, mais le mélange en proportions

convenables permet d'obtenir toutes les teintes de l'arc-en-ciel. En utilisant ces produits dans les expériences qui mettent en œuvre de l'eau ou des solutions diluées, on confère à ces expériences un cachet artistique en même temps qu'un plus grand mystère.

LE BONIMENT

Pour être un présentateur amusant de chimie-magique, il faut posséder les qualités d'un bon diseur : les histoires et les explications fantaisistes sont aussi importantes que l'expérience elle-même.

L'opérateur doit posséder une façon suffisante pour reporter l'attention des spectateurs d'une phase sur une autre de son travail. Si l'expérience ne donne pas le résultat prévu, une explication appropriée empêchera le public de s'en apercevoir, et l'on passera immédiatement à une autre expérience.

Ayant vu de nombreux adultes et étudiants exécuter des expériences de magie chimique, l'auteur est convaincu que l'opérateur doit connaître par cœur les « laïus » accompagnant chaque démonstration. C'est à cette condition seulement qu'il fera figure de professionnel.

Les mots exacts du boniment doivent être répétés lentement mais avec conviction. Voici par exemple un laïus susceptible d'accompagner l'expérience intitulée « La bougie comestible » (page 19) :

« Mesdames, Messieurs, c'est en ma qualité de chimiste que je voudrais attirer votre attention sur une récente découverte scientifique extraordinaire. Un de mes amis, explorateur, revenu la semaine dernière d'Afrique Equatoriale, m'a raconté que, s'étant perdu dans la forêt vierge, il a vécu pendant des semaines sans avoir rien d'autre à manger que des bougies. Il m'a rapporté une de celles qu'il avait dans ses bagages, et la voici posée sur ce bougeoir » (à ce moment, l'opérateur allume la bougie).

« Comme vous le voyez, la bougie produisait une vive lumière pendant la nuit... et le sustentait pendant le jour ! » (*Souffler la bougie et la manger*).

Voici maintenant pour l'expérience utilisée « L'eau dure » (page 47).

« La teneur en calcaire de l'eau de notre ville donne lieu à de très vives controverses. J'ai même entendu dire que nos édiles avaient fait procéder à l'installation de dispositifs particulièrement ingénieux pour ôter à l'eau cette « dureté ». Chimiste de ma profession, je suis assez sceptique sur l'efficacité de ces dispositifs, et j'ai tenu à les éprouver : je vais répéter devant vous l'expérience à laquelle je me suis livré ». (*Saisir alors les deux récipients*). « Voici deux vases contenant un peu de l'eau de notre ville. Celui que je tiens dans ma main droite contient de l'eau provenant d'une fontaine située au nord, dans le quartier de ... ; l'autre contient de l'eau que j'ai puisée au sud, aux environs de ... Voyez donc ce qui se passe quand on mélange ces deux eaux. Quand je verse celle du nord dans celle du sud et inversement, vous remarquerez que les eaux durcissent, jusqu'à devenir solides. Vous conviendrez certainement avec moi que l'eau de la ville est vraiment dure ! Et ce n'est pas tout ! Si je pose maintenant sur la table un peu de cette eau dure et que j'approche une allumette, voyez !... Notre eau n'est pas seulement dure, elle est combustible ! »

Enfin, voici un boniment pouvant accompagner l'expérience intitulée : « L'or synthétique » (page 108).

« J'ai le privilège de compter parmi mes amis, Marcel F... (*donner un nom fantaisiste quelconque*) qui, vous le savez, est un de nos plus éminents savants atomistes. Dans le privé, c'est un homme assez méfiant, et à ses moments de loisir, il a mis au point un système qui, m'a-t-il dit, lui a souvent rendu de grands services : il lui permet en effet de repérer à coup sûr, parmi les dames ou demoiselles de ses relations, celles qui sont... nous dirons intéressées : les exploiteuses, ou « les tapeuses », si vous préférez. En

usant de tout mon talent de persuasion, j'ai réussi à lui arracher son secret. Et voici deux verres contenant les ingrédients mystérieux qu'il a mis au point. Je vais vous montrer maintenant comment, grâce à ces produits, Marcel F... — ou toute autre personne — peut se rendre compte si une personne déterminée est une tapeuse. Regardez bien : je verse le liquide contenu dans ce verre dans celui-là, que je vais tenir au-dessus de la tête d'une personne de l'assemblée ». (*A ce moment, s'avancer vers le public à un endroit où l'on aura remarqué la présence de plusieurs jeunes filles, tenir le verre au-dessus de la tête de l'une d'elle, et continuer le boniment*). « Vous remarquerez que rien ne se produit quand je tiens le verre au-dessus de la tête de cette jeune personne ; elle est parfaitement désintéressée. Voyons donc avec Mademoiselle ». (*Faire de même au-dessus de la tête d'une autre jeune fille*). « Rien encore ! Sans doute Mademoiselle n'est-elle pas non plus une tapeuse. A moins que par malchance, je n'aie perdu le secret ? Voyons encore avec une troisième personne ». (*A l'instant où le verre est placé au-dessus de la troisième jeune fille, la solution prend la couleur dorée. Un minutage très soigné est nécessaire, de façon que cette coloration apparaisse au moment opportun du boniment*).

Le « discours magique » qui vient d'être proposé peut être modifié de façon à convenir à la fois à l'opérateur et au public. Le succès dépend, en grande partie, à la fois de la façon dont a été appris et prononcé ce boniment, et de la fantaisie déployée pour expliquer le phénomène. Celui-ci est important en lui-même certes, mais il restera sans effet s'il n'est pas accompagné d'un laïus approprié.

MESURES DE SÉCURITÉ

Les flammes, les explosions et les fumées retiennent l'attention de l'assistance, et, pour cette raison, font partie inhérente de tout un groupe d'expériences impressionnantes. Des feuilles d'amiante, qu'on peut se procurer chez un droguiste, seront

placées sous les substances combustibles pour éviter de détériorer le dessus des tables. Un extincteur à mousse carbonique sera à portée de la main, chaque fois qu'il y a risque de flammes dont la maîtrise pourrait échapper à l'opérateur.

Les solutions de phosphore dans du sulfure de carbone sont délicates à manier, parce qu'une seule goutte de ce liquide peut provoquer l'inflammation d'objets combustibles. Le petit flacon qui contient cette substance hautement inflammable doit toujours être placé dans un bocal à large ouverture, fermé par un bouchon de verre.

Les expériences donnent naissance à des flammes ou des explosions doivent être pratiquées assez loin du public, de façon à préserver celui-ci de tout danger par les gaz agressifs, les projections de substances enflammées ou caustiques.

Le verre cassé peut causer de mauvaises blessures. Avant d'enfoncer une tige ou un tube de verre dans un bouchon de caoutchouc, le lubrifier avec une goutte de glycérine.

N'importe quelle expérience peut devenir dangereuse si l'opérateur est maladroit ou distrait, ou ne prend pas les précautions élémentaires. Celui qui casse tout chez lui ne peut se comporter autrement quand il manie des produits chimiques, et des objets en verre.

La pratique de la manipulation des produits caustiques, volatils ou inflammables, amoindrit le risque d'accidents ; c'est pourquoi il est indispensable que les étudiants, et même les professeurs, répètent chaque expérience avant une séance publique, pour prendre confiance et éviter les accidents.

A la fin de la démonstration, il arrive que des élèves curieux se rassemblent autour de la table et essaient de tripoter matériel et produits. C'est alors qu'il faut être vigilant et les obliger à rester éloignés afin d'éviter la casse et les produits renversés.

ANNEAUX DE FUMÉE

Des anneaux de fumée blanche s'élèvent au-dessus d'une flamme intermittente qui prend naissance à la surface de l'eau d'une cuve.

Matériel nécessaire :

- un ballon à distiller de 500 cm³ (ballon avec tubulure latérale) ;
- un bouchon à un trou, dans lequel est enfilé un tube de verre ;
- un tube à dégagement ;
- deux raccords en caoutchouc ;
- 200 cm³ d'hydroxyde de potassium (potasse caustique) en solution à 40 % ;
- 3 ou 4 petits morceaux de phosphore blanc ;
- une cuve ou un grand becher. ~

Pourquoi :

Des bulles de phosphure d'hydrogène se dégagent du tube dans la cuve et s'enflamment en arrivant à l'air libre, produisant des anneaux de fumée qui s'élèvent dans la pièce en s'agrandissant.

Comment :

Fixer le ballon à un support, y verser le phosphore et la solution basique ; raccorder sa tubulure, à l'aide du raccord en

caoutchouc, au tube à dégagement dont l'extrémité débouchera juste sous la surface de l'eau, dans le becher ; l'équiper du bou-

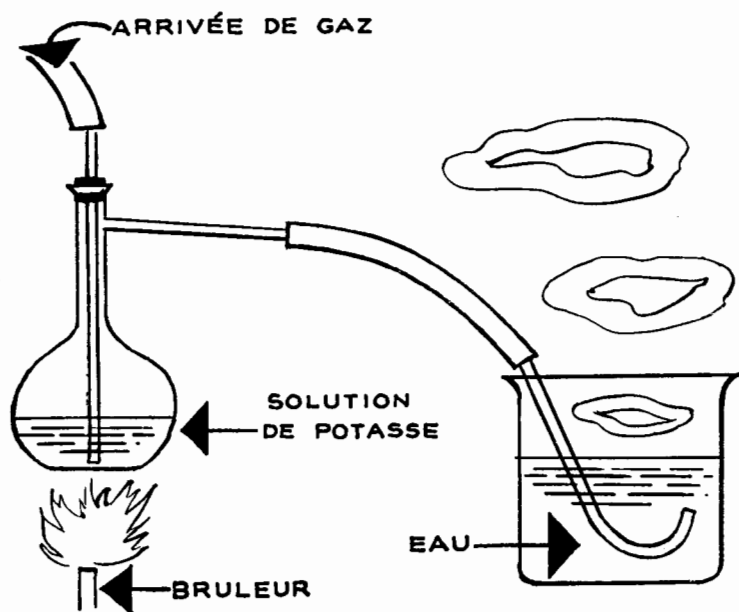


FIG. 1

chon muni du tube de verre qui plonge dans la solution. Raccorder l'extrémité supérieure de ce tube à la canalisation de gaz (voir figure).

Ouvrir le gaz pour le faire barboter dans la solution, que l'on chauffera jusqu'à ébullition ; les anneaux de fumée commencent à se former.

Pour arrêter le dégagement, éloigner la flamme et ajouter dans la cuve de l'eau qui sera aspirée dans le ballon au fur et à mesure que celui-ci se refroidira. On évitera ainsi que les flammes se produisent dans le ballon lorsqu'on défera l'assemblage.

A défaut de ballon à distiller, utiliser un ballon ordinaire avec un bouchon à deux trous.

ATTENTION :

Ne tenter cette expérience que si l'on est bien familiarisé avec la pratique du phosphore. Celui-ci ne doit être manipulé qu'avec des pinces et coupé sous l'eau.

Variante :

On peut aussi obtenir des anneaux de fumée en utilisant quelques morceaux de phosphore de calcium, jetés dans un bocal rempli d'eau. Il se formera de façon analogue des bulles de phosphore d'hydrogène, qui s'enflamment au contact de l'air, formant des anneaux d'anhydride phosphorique P_2O_5 . On peut obliger les bulles à se dégager dans l'axe du bocal en coiffant le phosphore de calcium d'un entonnoir en verre renversé

L'ARBRE DE NEIGE

Un arbre couvert de cristaux de neige est présenté au public dans un grand becher rempli de liquide.

Matériel nécessaire :

- une fine feuille de cuivre de 12×18 cm ;
- un becher de 3 litres ;
- 2 g de nitrate d'argent dissous dans 3 l d'eau distillée.

Pourquoi :

Le cuivre, oxydé par la solution de nitrate d'argent, s'y dissout, tandis que les ions argent précipitent en brillants cristaux d'argent métallique.

Comment :

Découper la feuille de cuivre en forme de triangle, et en bandes fines pour imiter les branches d'un arbre. La suspendre dans la solution remplissant le becher. Les cristaux commencent à croître immédiatement, avec une plus grande concentration sur les branches basses ; en quelques heures l'arbre sera entièrement garni. La couleur des cristaux varie du blanc au gris.

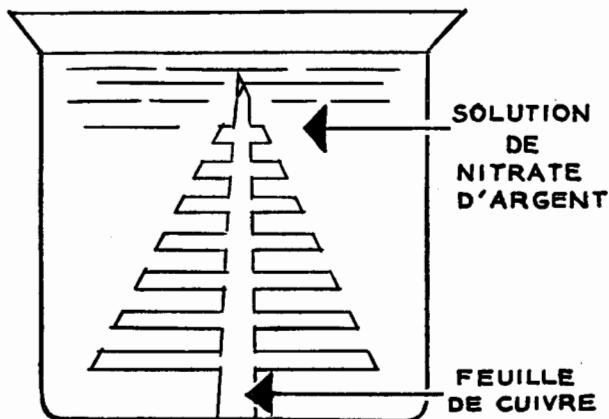


FIG. 2

cent à croître immédiatement, avec une plus grande concentration sur les branches basses ; en quelques heures l'arbre sera entièrement garni. La couleur des cristaux varie du blanc au gris.

Conseils :

Cette expérience peut servir en période de Noël : donner à l'arbre la forme d'un sapin de Noël, avec ses branches décorées d'argent.

L'ARBRE DE PLOMB

Un bel arbre de plomb est exposé à la vue des visiteurs, poussant à l'envers dans un bocal.

Matériel nécessaire :

- 100 cm³ de silicate de sodium (dit « verre soluble » ou « liqueur des cailloux », densité 1,06) ;
- 5 cm³ de solution saturée d'acétate de plomb ;
- 6 cm³ d'acide acétique glacial, dilué à 100 cm³ ;
- de la paraffine ;
- un morceau de zinc poreux ;
- un bocal ou grand becher.

Comment :

Mélanger les trois solutions et bien agiter dans le bocal. Contrôler l'acidité au tournesol et au besoin ajouter de l'acide. Laisser reposer ; il se forme un gel. Le lendemain poser le morceau de zinc sur la surface du gel, l'enfoncer légèrement et recouvrir de paraffine fondue. Progressivement et lentement les cristaux de plomb se forment et croissent vers le bas.

Pourquoi :

Cette démonstration illustre tout à la fois le déplacement mutuel des métaux de leurs sels, la lenteur de cette réaction et la formation d'un gel.

Variante :

Un morceau d'étain ayant été placé au fond du bocal, y verser le mélange d'eau et d'acide. Laisser reposer un jour. Verser doucement, à la surface, l'acétate de plomb en solution saturée. Un arbre de plomb commence à se former.

L'ARBRE ORANGÉ

Une formation cristalline arborescente orangée est accrochée au-dessus de la table de démonstration, comme élément décoratif.

Matériel nécessaire :

- 200 g de dichromate de potassium ;
- une pochette de mèches à nettoyer les tuyaux de pipe ;
- un becher de 600 cm³.

Pourquoi :

Cette expérience illustre la croissance de cristaux orangés dans une solution sursaturée de dichromate de potassium.

Comment :

Préparer une solution chaude saturée de dichromate de potassium, en versant 200 g de ce sel dans un becher avec 200 g d'eau, en agitant et en chauffant jusqu'à ébullition.

A l'aide d'un fil assembler les mèches à curer les pipes, de façon à obtenir comme un petit sapin avec ses branches ; suspendre celui-ci, à l'aide d'un fil, par le sommet, et le plonger dans la solution de façon qu'il soit entièrement recouvert et qu'il ne touche pas les parois du vase. Le laisser en cette position pendant un jour ou deux. Les cristaux se forment et grandissent sur le tronc et les branches. Retirer l'arbre avec précaution et le suspendre au-dessus de la table de démonstration.

Variantes :

Des solutions sursaturées d'autres sels peuvent permettre de fabriquer de façon analogue des arbres de formes cristallines et couleurs variées. Essayer, par exemple, du sulfate de cuivre et des aluns colorés.

LA BAGUETTE INCENDIAIRE

Toucher la mèche d'une bougie avec l'extrémité d'une tige de verre. Une flamme jaillit et la bougie s'allume.

Matériel nécessaire :

- du chlorate de potassium en poudre et du sucre en poudre en quantités égales ;
- une bougie intacte dont on a fait bouffer les fibres de la mèche.

Comment :

L'extrémité de la tige de verre a préalablement été mise en contact avec de l'acide sulfurique concentré. Les fibres de la mèche de la bougie ont été séparées et un peu du mélange pulvé-

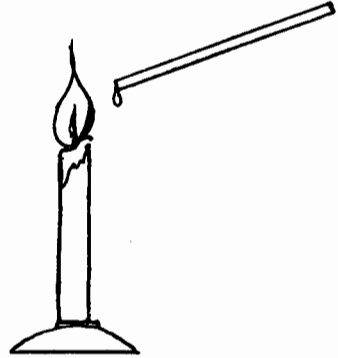


FIG. 3

ulent a été répandu sur elles. Au contact de l'acide, cette poudre prend feu et allume la mèche si elle a bien été dispersée sur elle.

Pourquoi :

La combustion du sucre est rapide en présence de chlorate de potassium.

Conseils :

Broyer *séparément* les cristaux de chlorate et le sucre, dans un mortier. Le broyage du mélange pourrait produire une explosion.

Tremper la tige de verre dans l'eau aussitôt après s'en être servi pour éviter tout contact accidentel avec l'acide sulfurique.

LA BAGUETTE MAGIQUE

Un verre de montre posé sur la table de démonstration contient un liquide incolore. En approchant l'extrémité d'un long tube de verre, on voit le liquide s'enflammer soudain. Une allumette tenue dans cette flamme pendant quelques secondes ne s'allume pas.

Matériel nécessaire :

- une capsule ou un verre de montre contenant 10 cm³ de sulfure de carbone ;
- un tube de verre de 1 m de longueur.

Pourquoi et comment :

Le sulfure de carbone possède une basse température d'inflammation. Il prend feu et brûle à la température à laquelle

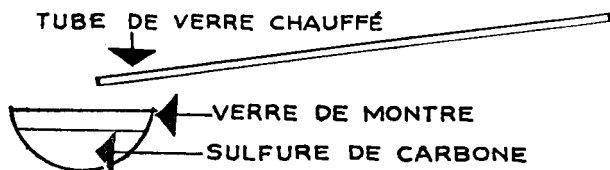


FIG. 4 bis

a été portée l'extrémité du tube de verre, que l'on aura chauffé à l'insu des spectateurs, par exemple à l'aide d'un réchaud électrique à plaque obscure.

Conseils :

Les vapeurs de sulfure de carbone brûlent avec une flamme jaune en dégageant une forte odeur. Souffler la flamme immédiatement.

En mélangeant à ce composé du tétrachlorure de carbone dans la proportion de 6 parties de sulfure pour 4 parties de tétrachlorure, on obtient un liquide qui ne dégage pas en brûlant une odeur aussi nauséabonde. La flamme se voit beaucoup moins bien, mais on peut enflammer ce liquide dans le creux de la main.

ATTENTION :

Le sulfure de carbone est hautement inflammable. Tenir le flacon éloigné de toute flamme.

LE BATONNET QUI S'ENFLAMME

Chauffer un tube à essai rempli au tiers de sa hauteur d'une poudre blanche, jusqu'à fusion de celle-ci. Laisser tomber dans le liquide un bâtonnet de bois : il se produit un soudain jaillissement de flammes et de fumée.

Matériel nécessaire :

- 5 g de chlorate de potassium en poudre ;
- un tube à essai ;
- un bâtonnet de bois (allumette de laboratoire).

Pourquoi :

Le bois s'enflamme et brûle rapidement dans une atmosphère chaude enrichie d'oxygène.

Comment :

Chauffer la poudre à une température suffisante pour fondre le sel. L'oxygène dégagé à cette température provoque l'inflammation rapide du bois.

ATTENTION aux éclaboussures possibles.



FIG. 4

LE BLEU ÉVANESCENT

Sur la table est posée un ballon d'un litre, bouché avec un bouchon de caoutchouc et contenant un liquide incolore. Le saisir, lui donner une vive secousse vers le haut, et le liquide devient bleu sombre. Au bout d'une dizaine de secondes, la couleur tourne au rose, puis disparaît complètement.

Matériel nécessaire :

- 5 g de potasse ;
- 3 g de dextrose ;
- une pincée de bleu de méthylène ;
- un ballon d'un litre, avec un bouchon de caoutchouc.

Pourquoi :

C'est l'action de l'air sur le réactif qui produit le changement de couleur.

Comment :

Dissoudre les ingrédients dans un quart de litre d'eau et verser dans la bouteille. Il suffit alors d'une secousse rapide vers le haut pour produire le changement de couleur. En secouant plus vivement le liquide, la coloration dure un peu plus longtemps avant de disparaître.

L'expérience peut être répétée plusieurs fois avec le même matériel. Après deux ou trois jours, les réactifs perdent leur sensibilité.

Ne mettre que très peu de bleu de méthylène.

LA BOUGIE COMESTIBLE

Une bougie allumée sur un bougeoir. Saisir ce dernier, souffler la flamme et manger la bougie.

Matériel nécessaire :

- un bougeoir avec des coulées de bougie ;
- une banane ;
- une amande.

Pourquoi :

La flamme que produit en brûlant l'huile contenue dans l'amande ressemble à celle d'une bougie.

Comment :

La banane est taillée en forme de bougie et sa dimension

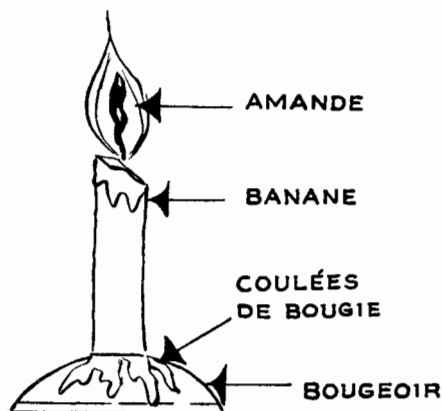


FIG. 5

permet de la manger en une bouchée ou deux. L'amande a été taillée de façon à ressembler à une mèche et plantée au

bout de la banane. Comme l'amande a une forte teneur en huile, elle brûle comme une bougie pendant plusieurs minutes.

(On trouvera, page 5, un exemple de boniment pouvant être prononcé pour accompagner ce tour).

Conseils :

Tailler le morceau de banane assez petit pour pouvoir le manger entièrement.

Les coulées de bougie sur le bougeoir renforçant l'illusion.

LA BOUGIE OBÉISSANTE

Présenter une bougie allumée dans une main et une allumette enflammée dans l'autre. Souffler la bougie et, rapidement,

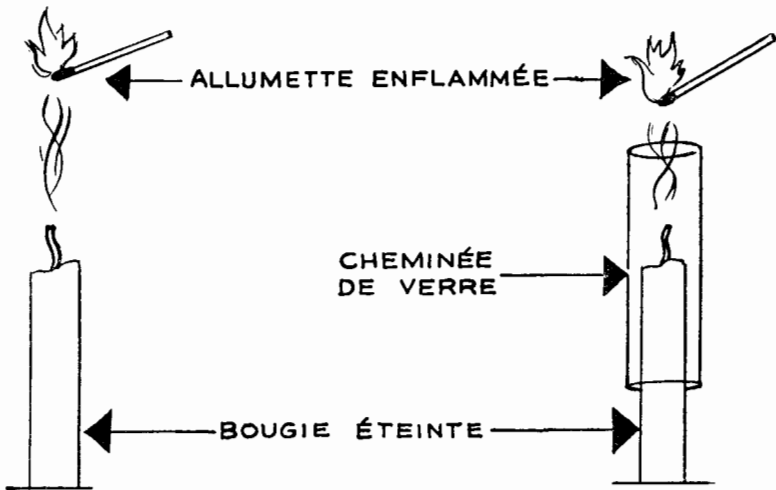


FIG. 6

rapprocher l'allumette un peu au-dessus de la mèche, sans la mettre en contact. La bougie se rallume avec un éclair rapide.

Pourquoi :

Les vapeurs chaudes d'hydrocarbures venant au contact de la flamme s'enflamment instantanément.

Conseils :

Pour réussir l'expérience, il faut approcher l'allumette aussitôt après l'extinction de la bougie. Éviter les courants d'air.

Pour la réussir encore plus sûrement, essayer la variante suivante, utilisant une « cheminée ». Fixer la bougie sur le socle d'un support, et utiliser comme cheminée, fixée au support, un tube de verre de 15 à 20 cm de long, d'un diamètre un peu plus grand que celui de la bougie ; le haut du tube sera de 5 à 7 cm plus haut que la mèche de la bougie, l'air pouvant entrer par le bas. Quand on souffle la bougie, la vapeur monte et peut être enflammée à la sortie de la cheminée.

TOURS AVEC UNE BOUGIE

I

Une bougie est allumée sur la table de démonstration. Placer au-dessus d'elle une toile métallique : la flamme reste localisée en dessous. Si l'on déplace la toile latéralement et qu'on la ramène en lui faisant traverser la flamme, celle-ci se met à brûler à la fois au-dessus et au-dessous de la toile.

En élevant et en abaissant doucement la toile, on peut faire en sorte que la flamme brûle entièrement au-dessus d'elle ; on peut ainsi élever la petite flamme au-dessus de la toile, jusqu'à 7 ou 8 cm de hauteur.

Matériel nécessaire :

— une bougie ;

— un morceau de toile métallique (grillage métallique fin).

Pourquoi :

C'est une façon de montrer la dispersion de la chaleur par la toile métallique.

Conseils :

Si l'on ne craint pas de perdre une demi-heure à s'exercer avec ces objets, on peut apprendre à régler la distance entre la

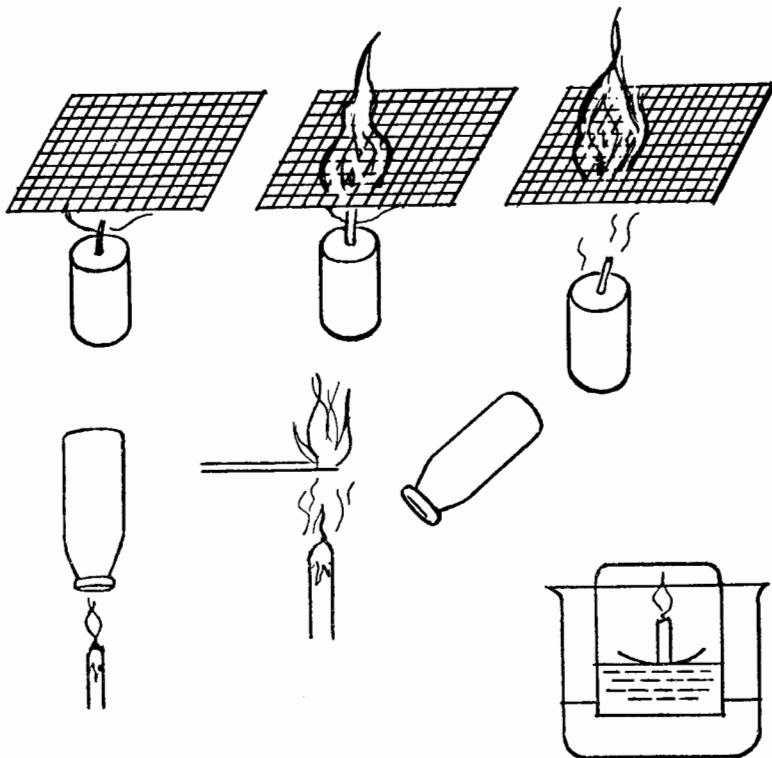


FIG. 7

bougie et la toile de telle sorte que les gaz en combustion s'élèvent très haut au-dessus de la bougie. Mais il faut se préserver de tout courant d'air qui interromprait l'expérience.

II

Tenir un pot en verre à l'envers au-dessus d'une bougie allumée ; celle-ci s'éteint. Eloigner rapidement le pot vers le haut et approcher de la bougie une allumette enflammée : les gaz qui s'élèvent s'enflamment et la bougie se rallume.

Matériel nécessaire :

- une bougie ;
- une allumette ;
- un pot en verre d'un quart de litre environ (pot à cornichons par exemple).

Pourquoi :

C'est une démonstration de l'inflammabilité des vapeurs d'hydrocarbure.

Conseils :

C'est dans l'inflammation des gaz, à une distance relativement grande au-dessus de la bougie, que réside l'intérêt de l'expérience. Eviter les courants d'air qui troubleraient le courant ascendant de vapeurs combustibles. La rapidité avec laquelle on approche l'allumette enflammée de ces vapeurs chaudes détermine le succès de l'expérience.

III

Une petite bougie brûle, placée sur un verre de montre flottant dans un large vase cylindrique à demi rempli d'eau. Un autre vase cylindrique, plus petit, vide, est retourné au-dessus de la bougie : celle-ci s'éteint, et le niveau de l'eau monte à l'intérieur du petit vase. En ajoutant de l'eau de chaux, le liquide devient blanc laiteux.

Matériel nécessaire :

- deux vases cylindriques (bechers) de 600 à 2 000 cm³ ;
- un verre de montre de 7 à 8 cm de diamètre ;
- une petite bougie ;
- de l'eau de chaux (obtenue en ajoutant à de l'eau distillée un peu de chaux, et en filtrant).

Pourquoi :

L'oxygène de l'air est utilisé par la combustion, ce qui est mis en évidence par l'élévation de l'eau et l'extinction de la bougie.

La réaction de l'eau de chaux montre que la combustion a produit de l'anhydride carbonique. Les gouttelettes d'eau condensées sur les parois du vase retourné montrent qu'il y a aussi formation de vapeur d'eau, donc que la combustion est celle d'un hydrocarbure.

Variante :

Fixer une grande bougie au fond d'un grand vase cylindrique, placé l'ouverture en haut. Verser de l'eau jusqu'à mi-hauteur de la bougie. En retournant par dessus celle-ci une bouteille à large goulot, on voit l'eau monter et la bougie s'éteint.

LES BOUGIES QUI S'ALLUMENT SEULES

Des bougies placées sur une bande de carton, sur la table de démonstration, fument et s'allument les unes après les autres.

Matériel nécessaire :

- 2 g de phosphore blanc dissous dans cinq fois leur volume de sulfure de carbone ;
- une douzaine de bougies de gâteau d'anniversaire.

Pourquoi :

L'évaporation du solvant laisse le phosphore à un état finement divisé sur les mèches des bougies.

Comment :

Utiliser des bougies d'anniversaire qui n'aient pas encore été allumées. Dix à quinze minutes avant le moment où l'on souhaite les voir s'allumer, humecter leurs mèches avec la solution de phosphore (moins d'une goutte par mèche) contenue dans un flacon styligoutte.

ATTENTION :

La solution de phosphore est dangereuse à manipuler, et une seule goutte tombant sur une substance combustible s'enflamme aussitôt.

Conserver le flacon qui la contient à l'intérieur d'un flacon à large col.

Le phosphore blanc lui-même est dangereux à manipuler et peut s'enflammer spontanément quand on le coupe : ne le manipuler qu'avec des pinces et le couper sous l'eau.

Les brûlures au phosphore sont dangereuses. Cette expérience ne doit être exécutée que sous la direction d'une personne ayant l'expérience et la pratique de cette substance.

LA BOULE ÉTINCELANTE

Avec de la laine d'acier former une boule grosse environ comme la moitié d'une balle de golf. Avec des pincettes, la

placer dans une flamme ; quand elle commence à rougeoier, souffler dessus à l'aide d'un tube en verre. La tenant toujours avec les pincettes, l'introduire dans un flacon à large goulot, apparemment vide, et que l'on débouche juste à ce moment : il se produit de brillantes étincelles.

Matériel nécessaire :

- de la laine d'acier ;
- un flacon à large goulot avec son bouchon ;
- un tube de verre ;
- une feuille d'amiante ;
- un dispositif générateur d'oxygène (voir page 80).

Pourquoi :

Avant la séance, le flacon aura été rempli d'oxygène et bouché. La laine d'acier finement divisé s'oxyde rapidement en brûlant et produit de l'oxyde de fer magnétique.

Conseils :

La combustion de la laine d'acier dans l'oxygène produisant une température élevée, il y a risque de rupture du flacon : placer celui-ci sur une plaque d'amiante.

LES BOULES CAPRICIEUSES

De petites boules blanches montent et descendent dans un haut bocal rempli d'un liquide coloré, et les spectateurs se demandent la raison de ce mouvement insolite.

Matériel nécessaire ;

- 10 g de morceaux de marbre ;
- 5 g de sel de cuisine ;

- de l'acide chlorhydrique dilué ;
- des boules de naphthaline ;
- un grand bocal ou une grande éprouvette à pied ;
- un colorant alimentaire.

Pourquoi :

Du gaz carbonique s'accumule sur chaque boule de naphthaline. Lorsque les petites bulles sont en quantité suffisante, elles

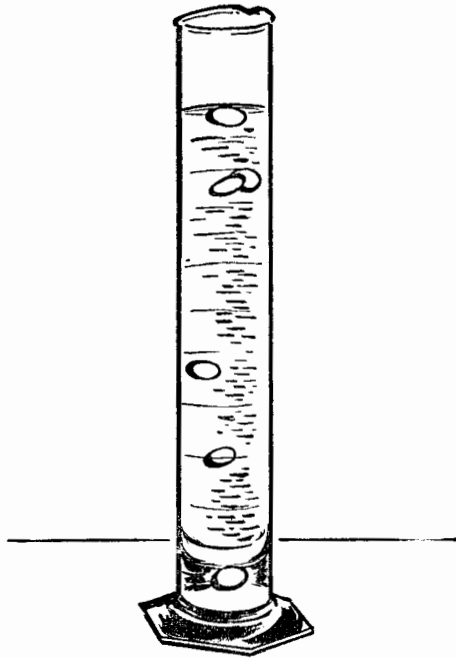


FIG. 8

font monter la boule vers la surface ; là, le gaz est libéré et les boules, alourdies, s'enfoncent. Le mouvement peut durer des heures et même des jours.

Comment :

Dans le bocal, placer les morceaux de marbre, le sel et 20 cm³ d'acide ; ajouter quelques gouttes de colorant et remplir d'eau jusqu'à 2 ou 3 cm du bord. Y jeter quelques boules de naphthaline ; le mouvement se produit au bout de quelques minutes. S'il ne s'amorce pas, mettre un peu plus de sel et agiter.

Conseils :

L'emploi de colorants alimentaires, rouge, bleu ou jaune, rend l'expérience plus attrayante.

Un bocal ainsi préparé, avec les boules en mouvement, peut être placé à chaque bout de la table de l'expérience pendant toute la durée de la séance de présentation de « chimie magique » pour en accroître l'intérêt.

L'expérience peut encore être réalisée, dans un petit récipient, à titre de pièce décorative, sur une table : utiliser du vinaigre et du carbonate de sodium pour produire le gaz. Pour obtenir une solution de densité convenable, ajouter du sel jusqu'à ce que les boules commencent à flotter, puis remettre un peu d'eau.

Variante :

A l'aide d'un couteau, tailler la naphthaline en forme de cubes, puis marquer des points avec un crayon pour leur donner l'aspect de dés à jouer.

LA BOUTEILLE OBÉISSANTE (LUDION)

A l'intérieur d'un haut vase cylindrique en verre rempli d'eau, flotte à la surface de celle-ci un petit flacon retourné. Si l'on pose la main à plat sur l'ouverture du vase, le flacon descend au fond ; il remonte à la surface dès qu'on retire la main.

Matériel nécessaire :

- un récipient cylindrique en verre, haut et étroit (grande éprouvette à pied, par exemple) ;
- un petit flacon, fiole de médicament ou autre.

Pourquoi :

En posant la main sur le bocal, on comprime légèrement l'air au-dessus de la surface du liquide, et cette variation de pression est transmise par l'eau à l'air contenu dans la fiole ;

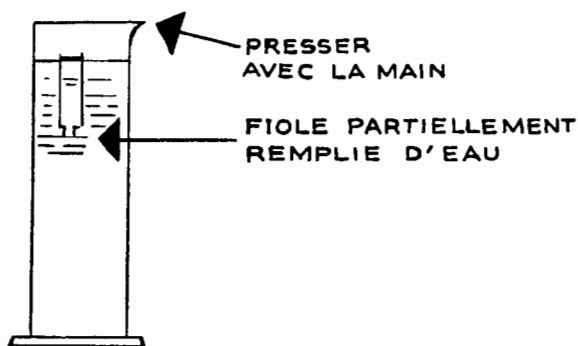


FIG. 9

un peu d'eau pénètre dans celle-ci, ce qui diminue sa flottabilité et la fait enfoncer. Quand on retire la main, l'air contenu dans la fiole reprend son volume primitif et la fiole, allégée, remonte.

Comment :

Poser la fiole vide, retournée, au fond du grand récipient, puis verser de l'eau dans celui-ci. En l'inclinant au-dessus d'un évier, on fait entrer de l'eau dans la fiole, d'où l'air s'échappe en bulles. Arrêter l'opération au moment où la fiole est sur le point de cesser de flotter. Ce réglage doit être fait avec soin, de façon que la flottabilité soit tout juste atteinte. Compléter ensuite le remplissage du récipient.

BULLES DE SAVON

Des bulles de savon, soufflées à l'aide d'une pipe, restent suspendues à une dizaine de centimètres au-dessus du fond d'un grand becher.

Matériel nécessaire :

- un grand becher ou une jatte transparente ;
- du savon de Marseille dissous à chaud dans un mélange d'eau (3 parties) et de glycérine (1 partie) ;
- un générateur de gaz carbonique ou de la glace sèche ;
- une pipe.

Pourquoi :

Le gaz carbonique qui séjourne invisible au fond du becher empêche les bulles, moins denses, de descendre jusqu'au fond.

Comment :

Le gaz carbonique (dioxyde de carbone) peut être produit par l'action d'un acide sur des morceaux de marbre, ou par sublimation de la glace sèche (glace carbonique). Le becher ou la jatte aura été presque rempli de ce gaz, par simple déplacement d'air.

Les solutions de savon que vendent des camelots conviennent bien à cette expérience parce qu'elles fournissent des bulles résistantes ; mais on obtiendra d'excellents résultats avec du savon de Marseille et de la glycérine.

Variantes :

On peut remplacer le gaz carbonique par des vapeurs lourdes de tétrachlorure de carbone, dont on aura versé quelques gouttes dans le grand becher.

Il est possible de fabriquer des bulles de savon explosives, en plaçant dans la pipe un morceau d'ouate imbibé d'essence avant de les souffler : il suffit d'approcher des bulles une allumette ou une bougie allumée pour qu'elles explosent. On peut produire des explosions plus violentes en soufflant des bulles avec de l'hydrogène ou, mieux encore, avec un mélange constitué de deux parties d'hydrogène pour une d'oxygène.

LE CANON CHIMIQUE

Introduire dans un grand tube à essais des fragments d'une substance solide, puis un liquide, et enfoncer aussitôt un bou-

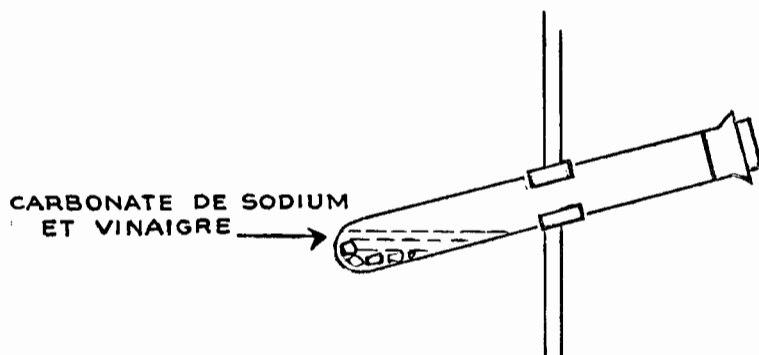


FIG. 10

chon. La pression du gaz fait sauter le bouchon, en produisant une détonation.

Matériel nécessaire :

- un grand tube à essais avec un bouchon de liège ;
- 5 g de carbonate de sodium ;
- 10 cm³ de vinaigre.

Pourquoi :

L'action de l'acide sur le carbonate donne naissance à du dioxyde de carbone (gaz carbonique) dont la pression augmente en espace confiné.

Comment :

Utiliser un tube à essais de 20 cm. L'attacher à un support à pince en l'inclinant un peu, et l'orienter de façon à ce que la trajectoire ne soit pas dirigée vers le public. Le bouchon doit forcer un peu si l'on veut produire une forte détonation.

Variantes :

Des gaz peuvent être produits par l'action d'un acide faible sur un carbonate ou par action d'acide chlorhydrique sur des métaux actifs.

Ne pas rester à proximité d'un tube à essais pendant que les gaz se dégagent.

LE CAOUTCHOUC SYNTHÉTIQUE

Deux bechers posés sur la table de démonstration contiennent, le premier un liquide clair, et le second un liquide d'apparence laiteuse. Prendre ces bechers à la main, en verser le contenu dans une cuve plus grande et agiter avec une tige de verre. On voit se former un solide caoutchouteux. Avec les mains, presser celui-ci pour en extraire le liquide, et le lancer vers le sol : il rebondira jusqu'au plafond. Puis le passer aux spectateurs pour qu'ils puissent l'examiner.

Matériel nécessaire :

- un petit becher rempli de latex de caoutchouc synthétique ;
- un autre becher contenant de l'acide acétique à 10 %.

Pourquoi :

L'acide produit la coagulation du latex, donnant naissance à un produit ayant la consistance du caoutchouc.

Conseils :

Les solutions sont bien mélangées à l'aide d'une spatule ou d'un agitateur, pour parfaire la coagulation. Le mélange est inoffensif pour la peau et le liquide se laisse facilement presser hors de la boule de caoutchouc obtenue.

Ne pas renverser de latex sur les vêtements, il ne pourrait en être retiré.

Un litre de latex synthétique suffit pour réaliser l'expérience une bonne cinquantaine de fois.

LA CHENILLE INCANDESCENTE

Un fil enroulé en ressort à boudin et suspendu à un carton fermant un becher continue à rougeoier tandis que l'opérateur procède à des préparatifs divers.

Matériel nécessaire :

- 10 cm de fil de platine (n° 27) ;
- 100 cm³ de méthanol (alcool de bois) ;
- un becher de 400 cm³.

Pourquoi :

En présence du platine servant de catalyseur, il se produit une oxydation des vapeurs de méthanol, en méthanal (formaldéhyde).

Comment :

Le méthanol aura été versé dans le becher, jusqu'à une hauteur de 5 cm environ. Le fil de platine, enroulé en boudin à son extrémité inférieure, est accroché au centre d'un carton

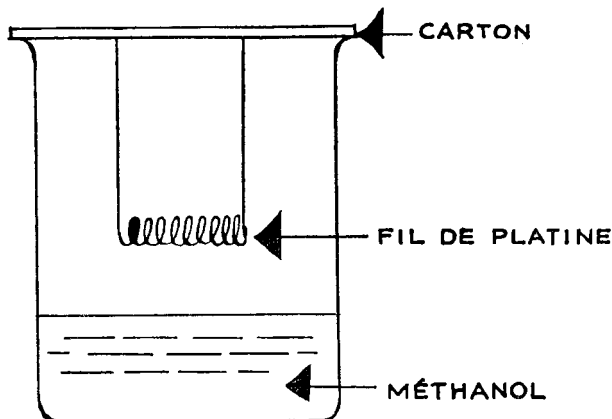


FIG. 11

mince ou d'une feuille d'amiante percée de deux trous, que l'on placera sur le becher en guise de couvercle, et sa hauteur sera réglée de façon qu'il soit juste au-dessus du liquide.

Le fil de platine aura été chauffé au rouge dans la flamme d'un bunsen, puis introduit rapidement dans le becher, suspendu au carton ; il restera rouge pendant des heures.

Conseils :

Le fil de platine sortant de la flamme devra être très vite placé dans le becher afin de ne pas avoir le temps de se refroidir. Au bout d'un certain temps, la combustion de vapeurs aura apporté assez de chaleur au liquide pour que celui-ci puisse s'enflammer, mais la flamme s'éteindra vite d'elle-même ; cette inflammation pourra se reproduire à de nombreuses reprises.

Si l'effet escompté ne se produit pas, chauffer l'alcool et faire plus vite pour introduire dans le becher le fil chauffé à la flamme.

Cette expérience est à réaliser de préférence dans une salle obscure.

Au bout d'un certain temps, l'odeur du formaldéhyde devient perceptible.

Les pêcheurs et les chasseurs emploient pour se réchauffer les mains des appareils conçus sur le même principe.

On peut remplacer le méthanol par de l'ammoniaque concentrée.

LES COLONNES BOUILLONNANTES

Voici une expérience très simple qui peut servir de prélude à une séance de chimie magique.

Aux deux bouts de la table sont exposés deux grands bocaux renfermant respectivement des liquides jaune et rose qui sont animés d'un bouillonnement violent autant que mystérieux.

Matériel nécessaire :

- 1 g de chlorate de potassium en poudre ;
- quelques cristaux de permanganate de potassium ;
- deux grands bocaux ou vases cylindriques en verre ;
- de la glace carbonique (dioxyde de carbone solidifié).

Pourquoi :

C'est une démonstration pittoresque du passage direct du dioxyde de carbone de l'état solide à l'état gazeux (sublimation).

Comment :

Les bocaux sont remplis d'eau jusqu'à 7 ou 8 cm de l'ouverture. Verser le permanganate dans l'un et le chlorate dans l'autre, et agiter, ce qui colore les liquides respectivement en rose et jaune.

Tenir prêts quelques morceaux de glace carbonique qu'on laissera tomber dans les bocaux au moment de commencer la séance. Avec des morceaux de quelques centimètres le bouil-

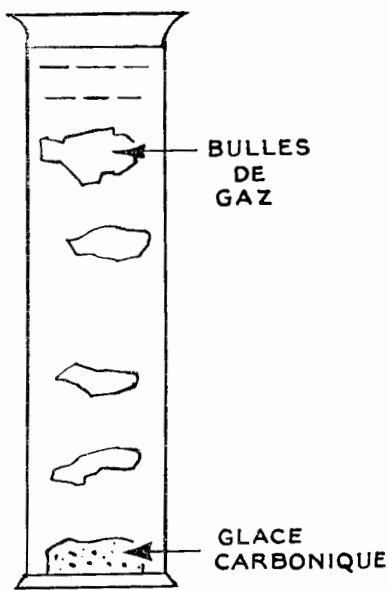


FIG. 12

lonnement durera de 10 à 15 mn. Utiliser un marteau pour briser la glace carbonique et obtenir des morceaux de la grosseur voulue.

Conseils :

Faire durer ce bouillonnement pendant toute la séance en remettant des morceaux de glace sèche quand on le voit ralentir. Ne manier la glace qu'avec précaution, à travers du papier, afin de ne pas se geler la peau. Avoir les mains bien sèches.

CONGÉLATION RAPIDE

Placer une poudre blanche dans un becher de 400 cm³ ; poser celui-ci sur le fond préalablement mouillé d'une boîte

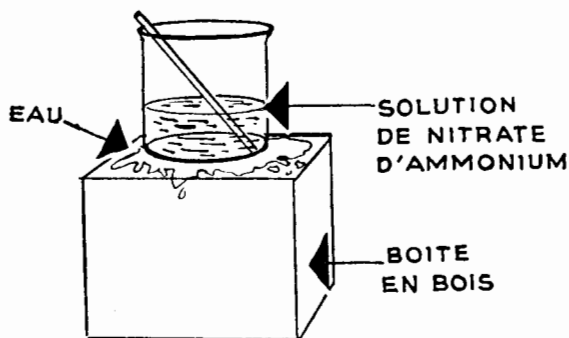


FIG. 13

en bois retournée. Verser 100 cm³ d'eau dans le becher en agitant rapidement. Au bout d'une minute ou deux, si l'on soulève le becher, la boîte reste collée au fond, l'eau prise en glace provoquant l'adhérence.

Matériel nécessaire :

- 100 g de nitrate d'ammonium ;
- une petite boîte en bois (boîte à craie, par exemple) ;
- un thermomètre pouvant descendre à quelques degrés en dessous de zéro.

Pourquoi :

Le nitrate d'ammonium, en se dissolvant, absorbe assez de chaleur pour refroidir la solution au point que l'eau située sous le fond du becher se prend en glace.

Conseils :

Ne pas répandre de poudre de nitrate sur le fond mouillé de la boîte ; cela empêcherait la formation de glace.

Pour rendre l'expérience instructive, dans un cours, enregistrer la température à intervalles réguliers. Il est possible de faire circuler dans les rangs le becher collé sur son socle pour montrer la formation de la glace.

COULEUR SENSIBLE A LA CHALEUR

Un grand becher contenant un liquide rose est posé sur la table. Quand on le chauffe, la couleur disparaît. Elle réapparaît quand le liquide refroidit.

Matériel nécessaire :

- une goutte d'ammoniaque concentrée et quelques gouttes de phénolphtaléine dans un demi-litre d'eau.

Pourquoi :

A la chaleur, il se produit un déplacement du point d'équilibre entre l'hydroxyde d'ammonium ionisé et l'ammoniaque non ionisée, d'où la décoloration.

Conseils :

Pour accélérer l'expérience, utiliser un grand tube à essai, qui pourra être rapidement chauffé à la flamme et refroidi sous le robinet. Si la couleur ne disparaît pas en chauffant, c'est qu'il y a trop d'ammoniaque dans la solution.

LES COULEURS PATRIOTIQUES

Verser dans trois verres posés sur la table le liquide contenu dans une même bouteille : les verres se trouvent remplis de liquides respectivement bleu, blanc et rouge.

Matériel nécessaire :

- du sulfate de cuivre en solution concentrée (premier verre) ;
- du nitrate de plomb en solution concentrée (second verre) ;
- de la phénolphtaléine en solution alcoolique (troisième verre) ;
- de l'ammoniaque en solution diluée (la bouteille).

Pourquoi :

C'est l'action de l'ammoniaque sur les trois réactifs contenus dans les verres qui produit les changements de couleur observés.

Un ion complexe de couleur bleue est produit dans le premier verre, une réaction de double décomposition prend nais-

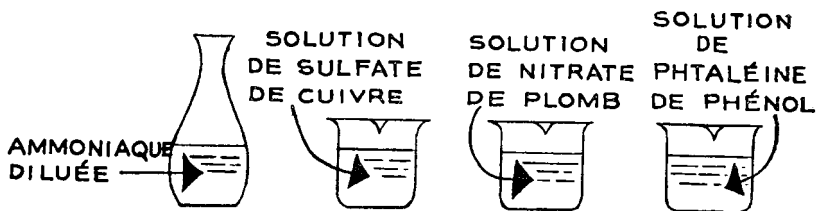


FIG. 14

sance dans le second ; dans le troisième verre il s'agit tout simplement du virage de l'indicateur d'acidité.

Conseils :

Quelques gouttes de réactif suffisent dans chaque verre, mais la couleur est d'autant plus intense que le nombre de gouttes est plus élevé. La démonstration produit généralement son effet sensible sur l'assistance, surtout si l'éclairage est bon... et elle ne peut manquer de réussir !

LES CRISTAUX

Plusieurs gros cristaux sont présentés sur un plateau dans une vitrine.

Matériel nécessaire :

— de l'alun ordinaire (sulfate double d'aluminium et de potassium).

Préparation :

Préparer une solution saturée d'alun en faisant chauffer ce sel dans un très petit volume d'eau. Refroidir et laisser les cristaux se déposer. Avec une spatule ou une lame de canif, retirer un des cristaux les mieux formés et le déposer sur un plat. Refaire une solution saturée d'alun et la verser sur le cristal : celui-ci grossira et, au bout d'un jour ou deux, pourra être retiré et remplacé dans une solution saturée fraîche. Répéter l'opération plusieurs fois en variant la position du cristal pour que ses diverses faces puissent se développer, et l'on pourra obtenir à la longue un très gros cristal.

Variante :

Préparer une solution saturée de sulfate de cuivre en chauffant 50 g de ce sel dans 100 cm³ d'eau. Laisser refroidir et suspendre un cristal de sulfate de cuivre dans la solution, à l'aide d'un fil attaché à un support. Le cristal grossit. Après un ou deux jours, retirer la solution et la remplacer par une autre, saturée, fraîchement préparée. La répétition de cette opération pendant des jours et des semaines pourra permettre de fabriquer un cristal géant.

LES CRISTAUX QUI GRANDISSENT

Sur la table ou dans une vitrine est placé un large bocal cylindrique rempli de liquide. Une tige de verre posée horizontalement sur le bord du bocal supporte une feuille de métal qui

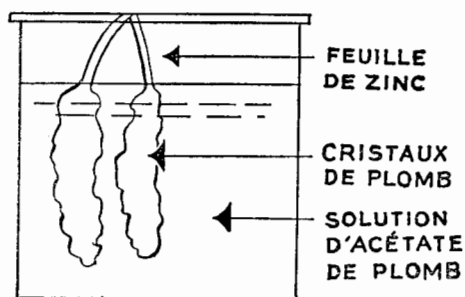


FIG. 15

plonge dans le liquide. De lourdes et brillantes lamelles de plomb se développent au bas de la feuille de métal.

Matériel nécessaire :

- un grand bocal ;
- 2 g d'acétate de plomb dissous dans de l'eau distillée ;
- une feuille de zinc large de 2 cm et longue de 15 cm.

Pourquoi :

Le beau développement de ces cristaux est produit par une double réaction d'oxydo-réduction.

Comment :

La solution d'acétate peut être trouble au moment où on la prépare ; elle s'éclaircira si on la laisse reposer ou si on la filtre. Laisser un peu de la feuille de zinc en dehors de la solution afin que le public puisse voir le changement qui se produit.

La réaction commence immédiatement, mais il faut vingt-quatre heures au moins pour que des cristaux d'une taille appréciable commencent à apparaître ; ils continuent alors à croître sans arrêt, et peuvent atteindre une dizaine de centimètres de longueur.

LE CRUCHON MYSTÉRIeux

On verse dans six verres de l'eau contenue dans un même cruchon. Les verres se remplissent de liquides colorés respecti-

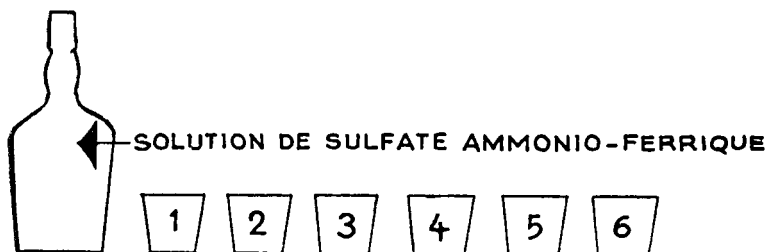


FIG. 16

vement en rouge (1), blanc (2), bleu (3), noir (4), vert (5), ambre (6).

Matériel nécessaire :

- dans le cruchon, 5 g de sulfate ammonio-ferrique dissous dans un demi-litre d'eau ;
- dans chaque verre, environ 1 g des sels suivants, dissous dans quelques centimètres cubes d'eau :
 - (1) thiocyanate de potassium ;
 - (2) chlorure de baryum ;
 - (3) hexacyanoferrate-II (ferrocyanure) de potassium ;
 - (4) acide tannique ;
 - (5) acide tartrique ;
 - (6) hydrogénosulfite (bisulfite) de sodium.

Pourquoi :

Les réactions entre les divers ions donnent naissance à des sels colorés.

Conseils :

Un bon éclairage rend plus spectaculaire cette expérience qui est sans aucun danger. Utiliser un cruchon d'aspect aussi décoratif que possible. Attention à y introduire un sel ferrique et non ferreux. On pourrait conférer à l'expérience un caractère « patriotique », en n'utilisant que les trois premiers verres.

L'EAU CHANGÉE EN LAIT, ET VICE VERSA

Trois bouteilles à lait sont disposées sur la table. La première paraît à demi remplie d'eau, et les autres semblent vides.

Verser l'eau de la première bouteille dans la seconde : elle semble se changer en lait. Verser ce liquide dans la troisième bouteille où il redevient incolore.

Matériel nécessaire :

- de l'eau distillée pour faire les solutions ;
- dans la première bouteille : une solution de 1 g de chlorure de calcium dans 500 cm³ d'eau ;
- dans la seconde bouteille : une solution de 0,2 g d'oxalate d'ammonium dans 10 cm³ d'eau ;
- dans la troisième bouteille : 5 cm³ d'acide sulfurique concentré.

Pourquoi :

Quand on verse la première solution dans la seconde, il se forme un précipité d'oxalate de calcium, qui se dissout au contact de l'acide sulfurique.

Variante :

Une réaction semblable peut être produite avec de l'oxyde de calcium (chaux), du carbonate de sodium et de l'acide chlorhydrique concentré. Verser 1 g d'oxyde de calcium dans 50 cm³ d'eau, agiter et filtrer : la solution claire (eau de chaux) est placée dans la première bouteille. Dans la seconde bouteille, verser 0,5 g de carbonate de sodium dans un peu d'eau, et dans la troisième quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré. C'est un précipité de carbonate de calcium qui se produit quand on mélange les deux premières solutions, et qui se dissout au contact de l'acide.

On peut encore produire un liquide d'apparence laiteuse avec du chlorure de baryum et de l'acide sulfurique concentré : dissoudre du chlorure de baryum dans 500 cm³ d'eau, pour la première bouteille, et verser la solution claire dans la seconde bouteille contenant l'acide, ce qui produit un précipité blanc ressemblant à du lait.

L'EAU CHANGÉE EN VIN, PUIS EN CAFÉ

Sur la table de démonstration est posée un verre d'eau. Agitée avec vigueur à l'aide d'une baguette de verre, l'eau se transforme en vin ; la baguette étant posée sur la table, on annonce que le vin va être changé en café... et c'est ce qui se produit quand le liquide est agité à nouveau avec la même baguette.

Matériel nécessaire :

- quelques cristaux de permanganate de potassium ;
- de l'acide tannique, du volume d'un petit pois ;
- un tube fin de verre de 30 cm de longueur, bouché en son milieu.

Comment et pourquoi :

Avant l'expérience on aura introduit un ou deux cristaux de permanganate dans une extrémité du tube et de l'acide tannique dans l'autre. L'agitation rapide de l'eau contenue dans le verre, avec ce tube utilisé comme baguette, provoque la dissolution du permanganate, donnant à l'eau une couleur vineuse. Le tube, ayant été posé sur la table, est ressaisi par l'autre extrémité, et c'est alors l'acide tannique qui réagit avec la solution de permanganate pour donner la couleur du café.

Conseils :

Une trop grande quantité de réactifs risquerait de faire échouer l'expérience.

L'EAU DU MYSTÈRE

Des modifications inattendues de couleur se produisent au cours du remplissage d'une série de verres avec de l'eau provenant d'un cruchon artistiquement décoré, et de leur transvasement.

Matériel nécessaire :

- un cruchon, d'aspect aussi décoratif que possible ;
- 5 g d'acide tannique ;
- quelques centimètres cubes de chacun des réactifs suivants :
 - chlorure ferrique en solution saturée,
 - acide oxalique en solution saturée,
 - ammoniacque concentrée,
 - acide sulfurique concentré.

Pourquoi :

Les diverses réactions obtenues par le mélange des liquides s'accompagnent de changements de colorations.

Comment :

Aligner les verres vides sur la table d'expérience, ainsi que

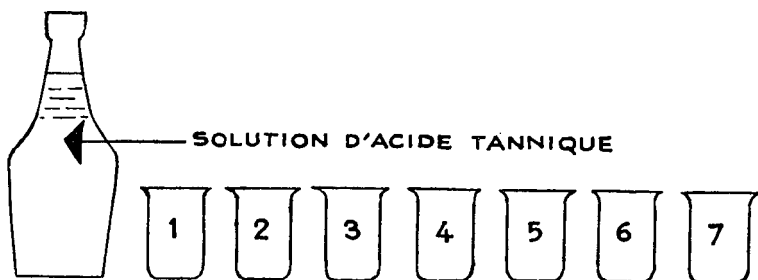


FIG. 17

le cruchon dans lequel on aura mis l'acide tannique et qu'on aura rempli d'eau en agitant bien.

- Les verres n^{os} 1 et 3 sont vides.
- Les verres n^{os} 2 et 4 contiennent 5 gouttes de chlorure ferrique.
- Le verre n^o 5 contient 15 gouttes d'acide oxalique.
- Le verre n^o 6 contient 10 gouttes d'ammoniaque.
- Le verre n^o 7 contient 5 gouttes d'acide sulfurique.

L'expérience peut commencer. Verser l'eau du cruchon dans le premier verre, l'eau apparaît limpide, sans manifestation de couleur.

Verser du cruchon dans le second verre : l'eau se transforme immédiatement en encre !

Dans le troisième verre, c'est de nouveau de l'eau.

Dans le quatrième verre, c'est encore de l'encre qui apparaît.

Reverser dans le cruchon le contenu des quatre verres.

Verser du cruchon dans un des quatre mêmes verres : c'est de l'encre qu'on voit couler.

Verser dans le cinquième verre : de l'eau limpide réapparaît.

Versé dans le sixième verre, le liquide prend l'apparence du vin.

Reverser dans le cruchon, qui apparaît plein de vin. Ce vin versé dans le septième verre se transforme en eau.

L'EAU DURE

Présenter dans les deux mains deux vases cylindriques contenant des liquides incolores. Verser l'un dans l'autre, puis en sens inverse. Le liquide se solidifie soudain et ne coule plus quand on retourne le verre. Avec une spatule, retirer un peu du solide, le placer sur une plaque d'amiante et l'enflammer avec une allumette : il brûle avec une flamme chaude.

Matériel nécessaire :

- 300 cm³ d'alcool éthylique ;
- une solution saturée d'acétate de calcium obtenue en faisant dissoudre 12 g de ce sel solide dans 40 cm³ d'eau ;
- une plaque d'amiante ;
- deux vases (bechers) de 400 cm³ ;
- une spatule.

Pourquoi :

Le mélange de la solution d'acétate de calcium et de l'alcool donne naissance à une substance colloïdale dite « alcool solidifié ». L'un des deux vases contient initialement la solution, l'autre l'alcool.

Comment :

Tenir bien haut les vases pour que tous les spectateurs voient verser les liquides l'un dans l'autre (on trouvera, page 6, un exemple de discours amusant dont on peut accompagner ce tour).

Si l'action ne réussit pas, c'est probablement parce que la solution d'acétate de calcium n'est pas saturée : il faut une grande quantité de ce sel pour qu'elle le soit.

La flamme est bleue et peu visible. Pour la mettre en évidence, on peut y projeter un peu de sel de lithium.

On peut colorer l'alcool en y versant quelques gouttes de colorant alimentaire. L'expérience est ainsi visible de loin.

Si l'on préfère créer l'illusion que les liquides ont disparu, on peut utiliser des récipients en acier inoxydable : lorsque l'on verse dans un sens, puis dans l'autre, les liquides semblent avoir disparu.

L'EAU QUI BRULE

L'opérateur saisit un broc d'eau, s'en verse un verre qu'il boit, et verse le reste dans une cuve plate. On voit l'eau s'enflammer sur toute sa surface.

Matériel nécessaire :

- du potassium métallique (de la grosseur d'un pois) bien enveloppé dans du papier filtre ;
- 10 cm³ d'éther ;

- une cuve peu profonde ;
- un broc d'eau ;
- un verre.

Pourquoi :

C'est une démonstration saisissante de l'activité du potassium et de la haute inflammabilité de l'éther.

Comment :

Le potassium soigneusement enveloppé dans du papier filtre a été déposé dans la cuve vide. En prenant soin qu'aucune flamme ne soit à proximité, verser de l'éther dans la cuve, et tout est prêt pour l'expérience. Quand l'eau est versée à son tour, l'éther et le papier filtre flottent à sa surface. Le potassium réagit violemment sur l'eau en produisant de l'hydrogène, et la chaleur qui se dégage enflamme l'éther. Les flammes peuvent s'élever à 50 ou 60 cm de hauteur.

ATTENTION :

L'éther est explosif. S'assurer qu'aucune flamme ne se trouve dans la pièce quand on verse l'éther d'un récipient dans un autre. La violence de la réaction du potassium sur l'eau peut provoquer des projections : se tenir éloigné.

L'EAU VIVE

Saisir un verre, faire mine de boire le liquide qu'il contenait et le cracher. Le liquide retombe sur la table en faisant jaillir une grande flamme.

Matériel nécessaire :

- un verre contenant de l'alcool éthylique ;
- quelques grammes d'anhydride chromique rouge, bien sec.

Pourquoi et Comment :

De petits cristaux d'anhydride chromique ont été dispersés sur une feuille d'amiante placée sur la table. C'est un oxydant



FIG. 18

puissant et quand il est atteint par le jet d'alcool, la chaleur dégagée par la réaction provoque un jaillissement de flammes de plusieurs dizaines de centimètres de hauteur.

Variante :

Introduire quelques cristaux du réactif dans un flacon d'un demi-litre et ajouter quelques centimètres cubes d'alcool. La réaction produit une flamme verdâtre dans le flacon.

DANGER ! Toute expérience produisant des flammes exige que l'opérateur soit protégé, ainsi que l'assistance.

L'ÉCRITURE DE FEU

Mettre l'extrémité allumée d'une cigarette en contact avec le bord d'une feuille de papier. Le mot « bonjour » apparaît de proche en proche, en lettres de feu à la surface de la feuille. Le papier ne se consume qu'au point de combustion.

Matériel nécessaire :

- 10 g de nitrate de potassium dans 25 cm³ d'eau ;
- un petit pinceau ;
- un papier épais un peu absorbant.

Pourquoi :

Le papier qui brûle a été oxydé par le nitrate de potassium.

Comment :

Tracer les mots sur le papier avec la solution saturée de nitrate de potassium en repassant plusieurs fois pour augmenter la quantité de sel déposée. Faire en sorte que les lettres se touchent sans discontinuité. N'allumer que quand le papier est sec.

Au lieu d'écrire un mot, on peut dessiner un animal ou un objet quelconque. Très facile à pratiquer, cette expérience produit plus d'effet dans l'obscurité.



FIG. 19

L'ENCRE MAGIQUE

Présenter au public deux verres contenant des solutions incolores ; mélanger celles-ci ; après quelques secondes, faire une passe avec la main, et le liquide se change en encre.

*Matériel nécessaire :**Solution A :*

- 0,5 g d'iodate de potassium dissous dans 300 cm³ d'eau.

Solution B :

- 1 cm³ d'acide sulfurique dilué ;
- 0,2 g de sulfite de sodium ;
- 15 cm³ de solution stable d'amidon.

L'acide sulfurique est étendu avec quelques centimètres cubes d'eau (verser l'acide dans l'eau et non l'inverse) ; on y fait dissoudre le sulfite de sodium, on ajoute l'amidon et ensuite de l'eau jusqu'à un volume de 300 cm³.

Pourquoi :

La réaction libérant l'iode demande un certain temps ; l'iode provoque le changement de teinte de l'amidon.

Conseils :

La pratique de l'expérience, avec les produits bien dosés, permet de connaître le nombre de secondes qui s'écoulent avant que la solution se colore. Quelques mots magiques et une passe ou deux au-dessus du mélange rendront l'expérience divertissante.

Attention aux changements de température qui, comme les variations de concentration, pourraient modifier le temps de réaction.

Si l'on ne dispose pas de solution stable d'amidon, on peut en faire une en dissolvant 2 g d'amidon ordinaire dans 100 cm³ d'eau ; faire bouillir, filtrer et utiliser pour fabriquer la solution B.

ENCRE SYMPATHIQUES

I

Placer un carton blanc au-dessous d'une flamme. On y voit apparaître progressivement des lettres noires.

Matériel nécessaire :

- un carton blanc ou papier fort de 15 cm × 25 cm ;
- de l'acide sulfurique concentré.

Comment :

Les mots auront été tracés sur le carton, avant l'expérience, à l'aide d'une tige de verre trempée dans l'acide sulfurique.

Pourquoi :

C'est une démonstration des propriétés déshydratantes de l'acide sulfurique.

L'exposition du carton à la chaleur augmente la concentration de l'acide ; le papier est déshydraté aux points où il a absorbé l'acide et se carbonise.

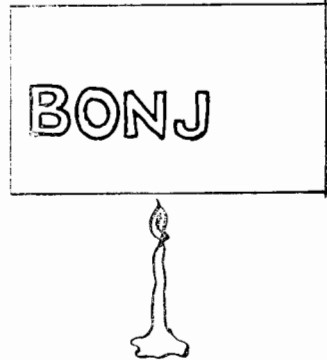


FIG. 20

Conseils :

Si l'on commence par cette expérience une série de démonstrations, on peut écrire le mot « Bonjour » ou « Approchez ». Si au contraire, on termine par elle, écrire « Fin » ou « Bonsoir »... ou tout ce qu'on veut.

ATTENTION :

Ne pas toucher avec les doigts l'extrémité de la baguette trempée dans l'acide sulfurique, et laver celle-ci aussitôt après avoir terminé le tracé.

II

Utiliser trois solutions incolores pour tracer des signes sur un carton posé sur la table de démonstration. Les signes apparaissent en rouge, bleu et noir.

Pourquoi :

Le carton a été frotté avec du chlorure ferrique sec. Les solutions sont du thiocyanate (sulfocyanure) de potassium, de l'hexacyanoferrate-II (ferrocyanure) de potassium, et de l'acide tannique.

III

Montrer à l'auditoire un tableau représentant un paysage hivernal, et le chauffer au-dessus de la flamme. La neige blanche devient verte, et l'on peut prétendre qu'on a modifié la saison.

Pourquoi :

La neige a été peinte avec du chlorure de cobalt, qui devient vert-bleuâtre si on le chauffe.

IV

Ecrire sur un papier à gros grain avec un pinceau trempé dans l'eau ; le dessin apparaît en noir.

Pourquoi :

Le papier a été frotté avec de l'acide tannique sec et du sulfate ammonio-ferrique mélangés en quantités égales.

V

Ecrire sur un papier blanc à gros grain avec un pinceau trempé dans l'eau : le dessin apparaît en rouge.

Pourquoi :

Le papier a été frotté avec du salicylate de sodium et du sulfate ammonio-ferrique mélangés en quantités égales.

VI

Ecrire sur un papier blanc à gros grain avec un pinceau trempé dans l'eau : le dessin apparaît en bleu.

Pourquoi :

Le papier a été frotté avec de l'hexacyanoferrate-II (ferrocyanure) de sodium et du sulfate ammonio-ferrique mélangés en parties égales.

VII

Pulvériser du chlorure ferrique en solution sur un carton blanc. Un dessin aux couleurs patriotiques apparaît aussitôt (drapeau français avec sa hampe, par exemple).

Pourquoi :

Les parties venant en rouge ont été préalablement passées au thiocyanate de potassium, les parties bleues avec du ferrocyanure de potassium, et les parties noires avec une solution d'acide tannique.

ENFLAMMER DU SUCRE

Mettre au défi les spectateurs d'enflammer un morceau de sucre avec une allumette ; leur remettre à cette intention du sucre et des allumettes. Aucun n'y parvient : on ne réussit qu'à faire fondre le sucre au contact de la flamme.

L'opérateur se fait alors rendre un des morceaux, et celui-ci s'enflamme dès qu'il en approche l'allumette.

Matériel nécessaire :

- quelques morceaux de sucre ;
- des allumettes ;
- de la cendre de cigarettes.

Pourquoi :

Les cendres de cigarettes agissant comme catalyseur aident le sucre à s'enflammer.

Comment :

En reprenant le morceau de sucre de la main d'un spectateur, l'opérateur le presse contre des cendres de cigarettes qu'il a dans sa main ou qui sont sur la table. Il prend soin d'approcher l'allumette de la région du morceau de sucre où celui-ci est enduit de cendre, et le sucre prend feu à cet endroit.

L'ETHER BRULE !

Un tuyau de gouttière incliné repose par une extrémité sur le sol et l'autre sur le bord d'une table. Verser de l'éther sur un chiffon posé en haut du tuyau. Quand on approche de l'extré-

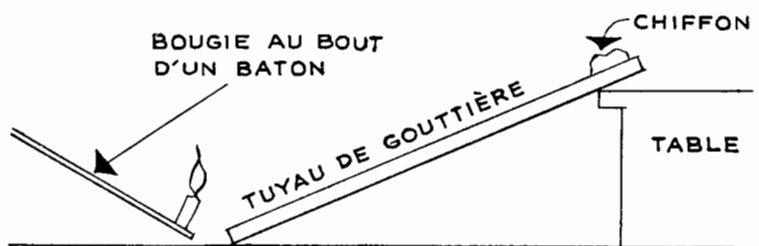


FIG. 21

mité inférieure de celui-ci une bougie allumée tenue au bout d'un bâton, il se produit une grande flamme qui court le long du tuyau et allume le chiffon. Un second chiffon plus grand est jeté autour du premier pour l'éteindre.

Matériel nécessaire :

- 25 cm³ d'éther ;
- un tuyau de gouttière de 3 m de long ;
- une bougie ;
- des chiffons ;
- un bâton (mètre rigide, par exemple).

Pourquoi :

C'est une démonstration de la facilité avec laquelle prend feu un liquide hautement volatil.

Conseils :

Se servir d'un bâton pour approcher la bougie, afin d'éviter que les flammes se produisent trop près de la main.

DANGER ! L'expérience ne doit être pratiquée que par une personne très avertie du caractère explosif de l'éther. Ne jamais manipuler l'éther près d'une flamme. *Avoir un extincteur à portée de la main.*

EXPLOSION

Une forte explosion, au début d'une séance de démonstration, met le public dans l'ambiance désirable pour le faire assister à une série d'expériences mystérieuses. L'explosion a lieu derrière la table de démonstration.

Matériel nécessaire :

- une pastille de 0,3 g de chlorate de potassium ;
- 2 g de phosphore blanc.

- 10 cm³ de sulfure de carbone ;
- le socle d'un support à tige.

Pourquoi :

L'oxydation rapide du phosphore en présence d'un oxydant se produit avec la violence d'un explosif.

Comment :

Avant la démonstration, quelques gouttes d'une solution de phosphore blanc dans du sulfure de carbone ont été versées sur une pastille de chlorate de potassium posée sur le socle métallique d'un support. Au bout de quinze minutes, le solvant est évaporé et la pastille est prête à exploser ; il suffit pour cela de la toucher avec la tige métallique du support.

On peut se procurer du chlorate de potassium chez un droguiste.

ATTENTION !

Couper le phosphore blanc sous l'eau ; le manier avec des pinces. La solution de phosphore dans du sulfure de carbone est un produit très dangereux, car la moindre goutte est très inflammable. Cette solution doit être conservée dans un petit flacon stylogoutte placé lui-même dans un bocal à large bord bien bouché.

Cette expérience ne doit être réalisée que par une personne très avertie du danger que présente la manipulation du phosphore et de ses solutions.

Ne pas approcher les mains ni les pieds du chlorate quand il est prêt à exploser.

Sous aucun prétexte ne mettre la solution de phosphore en contact avec la peau ou avec un objet inflammable.

EXPLOSIONS DE POUSSIÈRE

Souffler dans un tube de caoutchouc adapté à la base d'une

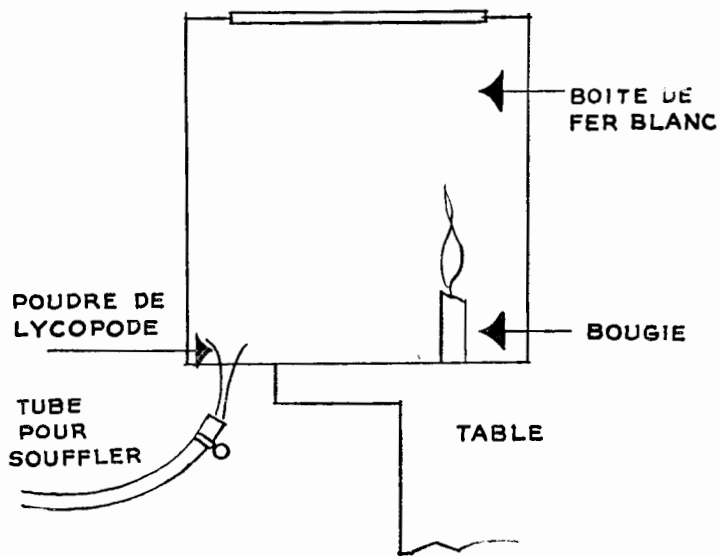


FIG. 22

grande boîte de fer blanc. Il se produit une explosion qui chasse le couvercle de la boîte jusqu'au plafond.

Matériel nécessaire :

- une boîte de 5 à 8 dm³ avec un couvercle étanche ;
- un petit entonnoir métallique ;
- 10 cm³ de poudre de lycopode sèche ;
- un tube de caoutchouc avec une pince ;
- une bougie.

Pourquoi :

Cette expérience reproduit les explosions survenant parfois dans les minoteries et les mines de charbon ; elle met en évidence la vitesse de combustion des substances divisées en fines particules.

Comment :

Pratiquer un trou dans le fond de la boîte et y placer l'entonnoir ; adapter à celui-ci le tube de caoutchouc dans lequel on soufflera. Placer une pince sur le tube, près de l'entonnoir. Juste avant l'expérience, placer la bougie allumée dans la boîte, la poudre de lycopode dans l'entonnoir, et fixer le couvercle. Au moment de souffler, desserrer la pince.

Variantes :

La bougie peut être placée dans la boîte à l'aide d'un bougeoir, ou suspendue au couvercle par un fil. Si l'on n'a pas de poudre de lycopode, utiliser de l'amidon séché ou de la farine. Plus grande est la boîte, plus violente est l'explosion. Des trous percés sur les côtés de la boîte en réduiront la violence.

Voici une autre façon de montrer les explosions de poussières : Placer dans un verre ou un cornet de papier de l'amidon séché ou de la farine et projeter cette poudre, en soufflant, dans la flamme d'une bougie ou d'un brûleur à gaz. Une demi-cuillerée à café produit une flamme d'un volume énorme.

EXPLOSIONS D'IODURE D'AZOTE

La personne qui entre dans la salle est surprise par les crépitements qu'elle provoque sous ses pieds en marchant sur de petits morceaux de papier parsemant le sol. En touchant ces papiers avec une baguette on provoque aussi de petites explosions.

Matériel nécessaire :

- 5 g d'iode ;
- 3 g d'iodure de potassium ;
- 20 cm³ de solution ammoniacque concentrée ;
- du papier filtre ;
- un entonnoir.

Pourquoi :

Sec, le triiodure d'azote (NH_3 , NI_3) explose au moindre contact.

Comment :

Agiter l'iode et l'iodure de potassium ensemble, dans un becher, avec 50 cm³ d'eau. Ajouter l'ammoniaque en agitant jusqu'à cessation du précipité. Filtrer et répandre en fine couche la poudre humide sur des papiers-filtres. Déchirer ceux-ci en petits morceaux et laisser sécher pendant plusieurs heures.

ATTENTION !

Le triiodure d'azote peut être manipulé sans danger quand il est humide. Sec, il ne constitue pas un explosif puissant, mais il est extrêmement sensible et le contact d'une plume suffit à le faire exploser. *Sous aucun prétexte ne laisser ce produit accumulé en quantité appréciable.*

EXPLOSION VIVE

En présentant devant une flamme l'ouverture d'une bouteille à large goulot qu'on vient de déboucher, on obtient une violente explosion.

Matériel nécessaire :

- générateurs d'hydrogène et d'oxygène (voir pages 78 et 80);
- une bouteille à large goulot.

Pourquoi :

Dans la proportion de 2 et 1, en volume, l'hydrogène et l'oxygène constituent un mélange explosif.

Comment :

Les deux gaz ont été introduits dans la proportion indiquée dans la bouteille qui, bouchée aussitôt, est prête pour l'expérience. L'envelopper de cellophane ou de ruban adhésif pour être protégé au cas où elle se briserait au moment de l'explosion.

Conseils :

L'explosion est d'autant plus violente qu'on se rapproche davantage de la proportion indiquée, mais elle se produit même avec des proportions différentes (elle ne se produirait pas si la bouteille contenait de l'hydrogène pur). Il y a un *risque d'explosion de la bouteille* ; ne jamais utiliser, pour cette expérience, une bouteille ordinaire, à goulot étroit.

L'EXTINCTEUR IMPROVISÉ

Un extincteur improvisé est tenu en main ; il suffit de le retourner pour produire un jet puissant qui éteint un feu allumé dans un bac.

Matériel nécessaire :

- un flacon de taille moyenne à tubulure latérale, contenant 10 g d'hydrogénocarbonate (bicarbonate) de sodium dissous dans 300 cm³ d'eau ;

- un tube à essai contenant de l'acide sulfurique concentré ;
- un bon bouchon de caoutchouc, maintenu en place par un dispositif analogue à celui d'une bouteille de bière ou de limonade ;
- un tube de verre raccordé par un manchon de caoutchouc à la tubulure latérale du flacon.

Comment et Pourquoi :

En retournant le flacon, on provoque le mélange de l'acide sulfurique contenu dans le tube avec la solution de bicarbonate. La pression du gaz carbonique formé chasse le liquide avec une force suffisante pour éteindre le feu.

Conseils :

Le plus difficile, dans cette expérience, est d'empêcher le bouchon de sauter. Une fermeture à ressort, type bouteille de bière, achetée chez l'épicier, convient à cet effet. On peut alors

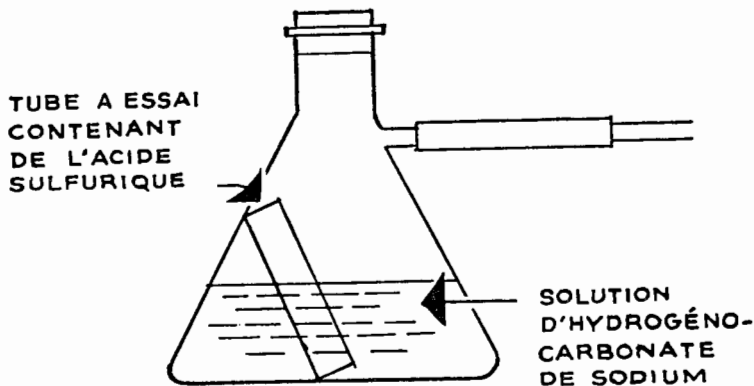


FIG. 23

produire un jet portant à 6 m ou davantage, dirigé vers une fenêtre ouverte ou, si l'on préfère, vers une cruche ou un seau. Etant donnée sa puissance, veiller à ce que personne ne puisse être atteint par le jet de solution acide.

FAIRE BOUILLIR DE L'EAU DANS DU PAPIER

Faire chauffer de l'eau jusqu'à ébullition dans une boîte formée de papier plié, placée sur un grillage métallique ; celui-ci est posé sur un support à anneau, au-dessus de la flamme d'un réchaud.

Matériel nécessaire :

- une feuille de papier pour machine à écrire (ou de papier un peu plus fort) ;
- quatre attaches à papier, type « trombone », ou du ruban adhésif ;
- un support à anneau ;
- un grillage métallique.

Pourquoi :

L'eau en contact avec le papier absorbe la chaleur et maintient la température du papier assez basse pour que celui-ci ne puisse brûler.

L'eau ne chauffe qu'assez lentement parce que le papier est mauvais conducteur de la chaleur.

Comment :

Constituer la boîte en repliant vers l'intérieur les quatre bords de la feuille de papier, sur 5 cm de largeur, et en fixant les quatre coins à l'aide d'attaches ou de papier adhésif. On aura ainsi une boîte dont le fond aura environ 10 cm × 15 cm. Y verser environ 200 cm³ d'eau.

On peut encore faire un cornet ou constituer une boîte fermée en papier.

LE FEU DANS L'EAU

Des flammes brillantes se produisent par intermittence au sein de l'eau contenue dans un becher, à l'endroit où l'on fait barboter un gaz.

Matériel nécessaire :

- un générateur d'oxygène (voir page 80) ;
- 1 g de phosphore blanc ;
- un becher de 400 cm³.

Pourquoi :

Le phosphore chaud brûle rapidement au contact de l'oxygène.

Comment :

Chauffer 200 cm³ d'eau dans le becher, jusqu'à une température de 70 °C. Y jeter quelques petits morceaux de phosphore blanc.

ATTENTION ! le phosphore fond dans l'eau chaude.

Faire barboter dans l'eau chaude de l'oxygène obtenu, par exemple, en chauffant un mélange de chlorate de potas-

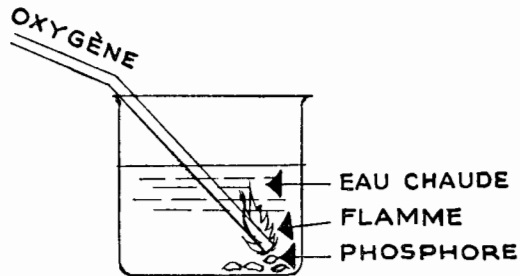


FIG. 24

sium et de dioxyde de manganèse. Les flammes se produisent au point de contact du phosphore et de l'oxygène.

Conseils :

C'est pour accélérer la réaction qu'il convient de chauffer l'eau. Il y a un risque que les parcelles de phosphore explosent en brûlant, mais l'expérience est sans danger si les morceaux sont assez petits.

La fumée dégagée n'est pas particulièrement désagréable.

ATTENTION !

Les brûlures au phosphore sont graves : prendre beaucoup de précautions ; ne manier le phosphore qu'avec des pinces.

LE FEU DANS LES MAINS

Deux brûleurs Bunsen sont allumés sur la table de démonstration, à une trentaine de centimètre l'un de l'autre. En maniant

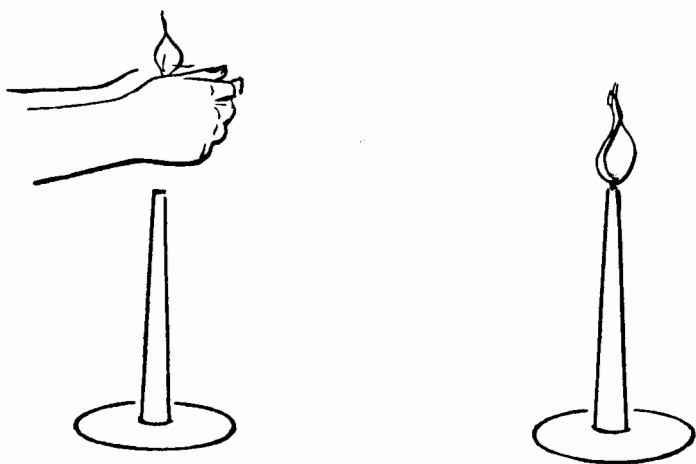


FIG. 25

le robinet d'arrivée de l'un d'eux, abaisser le débit du gaz jusqu'à ce que la flamme n'ait plus que 2 à 3 cm de hauteur.

Eteindre alors la flamme en posant un doigt sur l'orifice, puis joindre rapidement les paumes autour de celui-ci de façon à former un espace clos, qui se remplit de gaz. Approcher les mains, toujours jointes, du brûleur allumé, en écartant très légèrement les paumes à la partie supérieure, de telle façon que le gaz s'enflamme. Revenir vite vers le brûleur éteint, écarter les mains et le brûleur se rallume.

Conseils :

Le succès de l'expérience dépend de l'habileté avec laquelle l'opérateur enferme le gaz dans ses mains jointes. Les paumes et les doigts doivent se toucher de façon à éviter que le gaz s'échappe avant d'être allumé. Il y a peu de risques de brûlures, mais il faut une certaine pratique pour surmonter la crainte que l'on peut avoir à transporter ainsi une flamme.

LE FEU DANS UN TUBE A ESSAI

Un grand tube à essai, contenant un solide blanc qui en garnit le fond jusqu'au quart de sa hauteur, est chauffé jusqu'à fusion de ce solide. Faire l'obscurité dans la salle, éteindre le brûleur et introduire avec précaution dans le tube quelques fragments de charbon de bois. La salle se trouve illuminée par une brillante flamme pourpre. Les particules de charbon sautent en crépitant sur la surface du liquide.

Matériel nécessaire :

- 25 g de nitrate de potassium ;
- un peu de charbon de bois ;
- un tube à essai de 200 cm³ ;
- une cuiller.

Pourquoi :

L'oxygène se dégageant du nitrate de potassium chaud se combine rapidement avec le charbon ; la lueur pourpre brillante est caractéristique du potassium.

Conseils :

Pour chauffer assez vite le nitrate de potassium, utiliser de préférence un brûleur Meeker. L'oxygène dégagé à la température élevée du nitrate fondu se combine au carbone avec une

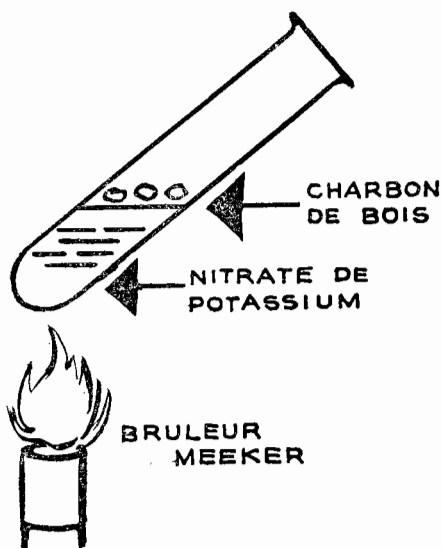


FIG. 26

vivacité qui confine à l'explosion. Prolonger l'expérience en continuant à chauffer l'éprouvette tandis qu'on y introduira du charbon de bois.

Variante :

On peut aussi faire chauffer le nitrate de potassium dans une casserole ou une capsule ; en projetant du charbon de bois réduit en poudre sur le sel fondu, on obtiendra un bel effet de couleur.

LE FEU DE TÉRÉBENTHINE

A l'aide d'un compte-gouttes, laisser tomber quelques gouttes de liquide dans un becher. Des flammes en jaillissent accompagnées de fumée.

Matériel nécessaire :

- un grand becher contenant 30 cm³ d'acide sulfurique concentré et 20 cm³ d'acide nitrique concentré ;
- quelques centimètres cubes de térébenthine.

Pourquoi :

Au contact des acides, il se produit une oxydation rapide de la térébenthine, qui s'enflamme.

Comment :

Mélanger avec précaution les deux acides dans le becher. Tenir assez haut au-dessus du becher le compte-gouttes qui contient la térébenthine, car les flammes qui se produisent quand celle-ci arrive au contact des acides s'élèvent à 10 ou 15 cm de hauteur.

ATTENTION !

Prendre beaucoup de précautions pour manipuler les acides concentrés. Les fumées dégagées lors de cette expérience obligent à prévoir une bonne ventilation de la salle.

LE FEU MÉDICINAL

Dans une coupelle de papier placée sur une plaque d'amiante, laisser tomber deux gouttes d'un liquide contenu dans un compte-gouttes. Au bout de quelques secondes, il se produit une vive réaction, avec dégagement de flammes.

Matériel nécessaire :

- 1 g de permanganate de potassium en poudre,
- de la glycérine dans un flacon stylogoutte ;
- une coupelle fabriquée avec du papier ;
- une plaque d'amiante.

Pourquoi :

Le permanganate oxyde rapidement la glycérine et la chaleur dégagée se traduit par une flamme.

Conseils :

Un petit creuset de fer peut être utilisé au lieu d'une coupelle de papier ; si le creuset a préalablement été chauffé, la réaction est instantanée ; sinon, elle peut se faire attendre près d'une minute.

L'expérience produit plus d'effet dans une salle obscure.

FEUX DE BENGALE

Sur la table de démonstration sont disposés de petits tas de poudre desquels émerge une petite mèche de papier. Quand on allume celle-ci, les poudres s'enflamment en produisant des couleurs comme celles qu'on peut voir dans les feux d'artifice.

Matériel nécessaire :

Réactifs en poudre à mélanger selon les proportions indiquées ci-dessous :

— <i>Feu bleu</i> :	chlorate de potassium.....	8
	sulfure de cuivre	2
	soufre	4
	chlorure mercureux	2
	oxyde de cuivre.....	1
	charbon de bois.....	1
- <i>Feu vert</i> :	nitrate de baryum.....	12
	chlorate de potassium.....	3
	soufre	2
— <i>Feu blanc</i> :	nitrate de potassium.....	7
	sulfure d'antimoine	1
	soufre	1
— <i>Feu rouge</i> :	nitrate de strontium.....	4
	chlorate de potassium	4
	charbon de bois.....	2
	soufre.....	1
— <i>Feu jaune</i> :	chlorate de potassium.....	6
	oxalate de sodium	2
	charbon de bois.....	2
	soufre	1
— <i>Feu pourpre</i> :	sulfate de cuivre	1
	soufre	1
	chlorate de potassium	1

Comment :

Chaque substance aura été broyée *séparément* dans un mortier et séchée, et les divers composants seront placés dans les proportions indiquées sur une feuille de papier : c'est en roulant et en inclinant celle-ci en tous sens que l'on obtiendra le mélange des poudres. Les petits tas de poudre sont placés sur une plaque d'amiante et reçoivent une mèche constituée d'une bande de papier filtre préalablement trempé dans une solution concentrée de nitrate de potassium et séché.

FEUX SPONTANÉS

I

Quelques gouttes de liquide versées à l'aide d'un flacon styligoutte sur un tas de poudre produisent un violent dégagement de flammes.

Matériel nécessaire :

- du sucre en poudre ;
- du chlorate de potassium en poudre ;
- de l'acide sulfurique concentré.

Pourquoi :

La déshydratation et l'oxydation du sucre se font instantanément avec un grand dégagement de chaleur.

Comment :

Le sucre et le chlorate auront été pilés *séparément* dans un mortier, puis mélangés en parties égales et versés en un tas sur une plaque d'amiante.

II

Une goutte d'eau, versée à l'aide d'un compte-gouttes sur un petit tas de poudre, donne naissance à des flammes intenses ; la masse continue à rougeoier pendant une minute ou deux.

Matériel nécessaire :

- de l'aluminium en poudre ;
- du peroxyde de sodium.

Pourquoi :

L'addition d'eau au peroxyde produit de l'oxygène qui réagit sur l'aluminium en poudre pour donner de l'oxyde d'aluminium (alumine). La chaleur engendrée est assez intense pour faire brûler le métal avec une lueur aveuglante.

Comment :

Sur une plaque d'amiante, former un tas de poudre d'aluminium d'une hauteur de 12 mm environ ; au sommet, ajouter un peu de peroxyde de sodium, du volume d'un pois.

Conseils :

Le peroxyde de sodium est délicat à manipuler. Après la combustion, faire écouler les résidus dans un évier.

ATTENTION AUX BRULURES! La réaction est rapide et la chaleur dégagée, intense.

III

Une capsule est chauffée au-dessus d'une flamme. Lorsqu'on y laisse tomber une poudre noire, celle-ci donne naissance à de brillantes étincelles.

Matériel nécessaire :

- 2 g de nitrate de potassium ;
- du charbon de bois réduit en poudre.

Pourquoi :

Le nitrate de potassium chauffé libère de l'oxygène en présence duquel le charbon de bois en poudre s'enflamme instantanément, à la température élevée de la réaction.

Comment :

Quand le nitrate de potassium a été chauffé jusqu'à fusion, y laisser tomber le charbon en poudre. La réaction est instantanée.

Conseils :

Prendre garde aux projections de charbon incandescent.

Le charbon de bois aura été réduit en poudre dans un mortier ordinaire.

IV

Debout sur une chaise, l'opérateur débouche un tube qu'il tient à la main. Il en jette en l'air le contenu qui s'enflamme de façon spectaculaire.

Matériel nécessaire :

- 5 g d'oxalate ferreux ;
- de la paraffine ;
- un tube à essai avec un bouchon de liège.

Pourquoi :

Les particules finement divisées de fer et de carbone s'enflamment spontanément à l'air libre.

Comment :

Avant l'expérience, on aura préparé un ou plusieurs tubes de la façon suivante : l'oxalate ferreux y aura été chauffé jusqu'à cessation du dégagement de fumée ; pendant ce temps de la paraffine aura été mise à fondre dans une capsule. Le bouchon est mis dans la paraffine, et tandis que le tube est encore chaud, on saisit le bouchon avec des pinces et l'on bouche le tube. La paraffine donne une fermeture étanche à l'air.

Conseils :

Opérer de préférence dans l'obscurité.

L'oxalate ferreux peut être remplacé par du tartrate de plomb (5 g). Chauffer la poudre blanche dans un tube à essai jusqu'à ce qu'elle noircisse, puis boucher le tube avec un bouchon plongé dans la paraffine fondue.

LA FLAMME EXPLOSIVE

A l'aide d'un tuyau de caoutchouc relié à une prise, remplir de gaz une boîte de quelques décimètres cubes en utilisant un trou pratiqué sur le couvercle. Au bout de trois minutes la boîte est remplie et l'on peut retirer le tube. Allumer le gaz qui sort

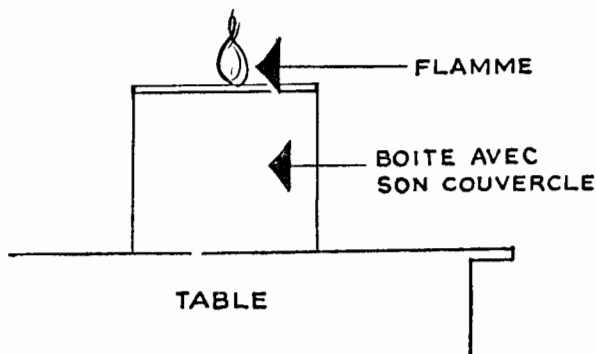


FIG. 27

par le trou. Il brûle d'abord avec une flamme de 8 à 10 cm de haut, puis la flamme diminue de hauteur et elle semble disparaître après quelques minutes. Une quinzaine de minutes plus tard, une explosion se produit et fait sauter le couvercle.

Pourquoi :

L'explosion d'un gaz combustible ne se produit que lorsque les proportions de gaz et d'air ont atteint une valeur correspondant au mélange critique (ou explosif).

Matériel nécessaire :

- une boîte de gâteaux ou une boîte en fer analogue, avec couvercle emboîté. Un trou de 3 mm de diamètre a été pratiqué au centre du couvercle et un autre au centre du fond de la boîte.

Conseils :

L'explosion est peu violente, et par conséquent sans danger.

L'expérience peut être utile pour un spectacle de « magie », car l'explosion ne se produit qu'une quinzaine de minutes après la disparition de la flamme, alors que les spectateurs ne s'y attendent pas.

LA FLAMME INSTANTANÉE

Laisser tomber d'un compte-gouttes une goutte d'eau sur un petit tas de poudre. Il se produit instantanément une flamme brillante et de la fumée, et la masse reste ensuite incandescente pendant quelques minutes.

Matériel nécessaire :

- 5 g d'aluminium en poudre ;
- 0,5 g de peroxyde de sodium.

Pourquoi :

La goutte d'eau ajoutée au peroxyde de sodium produit un dégagement d'oxygène en même temps qu'un grand dégagement de chaleur, suffisant pour enflammer l'aluminium, qui brûle avec une flamme aveuglante. Après cette combustion instantanée, le métal continue à rougeoier.

Préparation :

Sur une plaque d'amiante, former un petit tas conique de poudre d'aluminium haut d'un centimètre environ. Saupoudrer de peroxyde de sodium, que l'on fait pénétrer un peu dans le métal.

Conseils :

Le peroxyde de sodium est quelque peu délicat à manier.

Après la combustion, plonger tous les résidus dans l'eau.

Se méfier des brûlures, la réaction étant très rapide et le dégagement de chaleur intense.

LA FLAMME MUSICALE

Un son de tuyau d'orgue est produit par un tube de verre maintenu verticalement au-dessus d'une petite flamme. Le son se prolonge aussi longtemps que la flamme brûle.

Matériel nécessaire :

- un tube en verre ou en métal de 15 mm de diamètre et 60 cm de longueur ;
- du zinc poreux et de l'acide sulfurique dilué pour produire de l'hydrogène ;
- un flacon à large col avec un bouchon percé d'un trou dans lequel est placé un tube de verre court.

Pourquoi :

La combustion de l'hydrogène, près de l'extrémité inférieure du tube, met en vibration la colonne d'air qui y est contenue.

Comment :

Constituer un générateur d'hydrogène en plaçant dans le flacon plusieurs morceaux de zinc et en les recouvrant d'acide

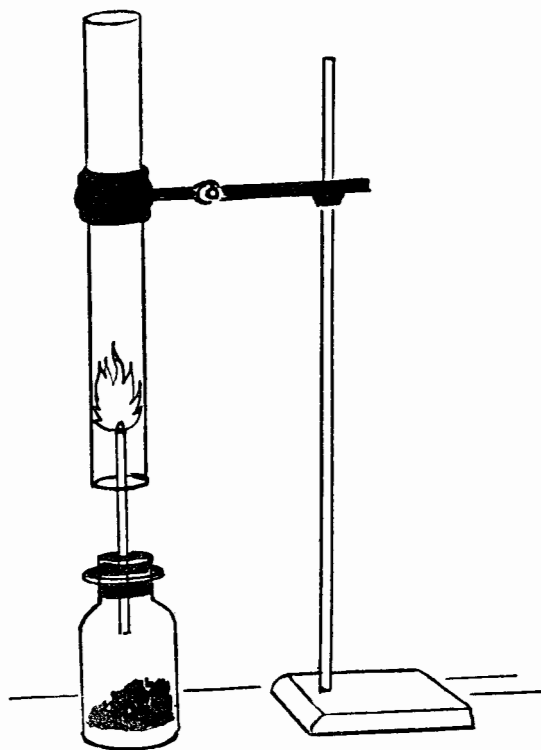


FIG. 28

dilué. Mettre en place le bouchon traversé par le petit tube de verre, qui doit dépasser le bouchon de 5 cm environ.

ATTENTION !

N'enflammer l'hydrogène qu'après que celui-ci aura déplacé tout l'air initialement contenu dans le flacon.

Après avoir enflammé l'hydrogène, placer le grand tube, verticalement, de façon à ce que l'extrémité inférieure soit juste autour de la flamme, puis régler sa hauteur de façon à obtenir le maximum de sonorité. Fixer le tube à un support.

Conseils :

Prendre les précautions habituelles pour l'utilisation des générateurs à hydrogène. Il faut être certain, avant d'allumer, qu'il n'y a plus d'air dans le flacon ; on ne peut en être sûr que si le dégagement d'hydrogène a été abondant pendant quelques minutes.

La flamme doit être assez large ; il ne faut donc pas que le tube de dégagement ait son extrémité rétrécie.

Le diamètre et la longueur du tube de résonance peuvent varier dans de larges proportions.

Mesure de sécurité : on peut envelopper le flacon d'un linge avant d'enflammer l'hydrogène. S'en tenir à distance au moment de l'allumage.

LA FLAMME QUI DISPARAIT ET RENAÎT

Sur la table de démonstration sont posées une bougie allumée et deux grandes éprouvettes à pied, bouchées.

Otant le bouchon d'une des éprouvettes, l'opérateur verse un gaz invisible sur la flamme qui s'éteint. En versant le gaz invisible contenu dans la seconde éprouvette, la flamme se rallume.

Matériel nécessaire :

- générateurs de gaz carbonique et d'oxygène ;
- deux éprouvettes à pied ;
- deux bouchons adaptés aux éprouvettes ;
- une bougie.

Pourquoi :

L'oxygène ranime la combustion tandis que le gaz carbonique produit l'effet inverse et éteint la flamme.

Comment :

Le gaz carbonique contenu dans la première éprouvette a pu être obtenu par l'action d'acide chlorhydrique étendu sur des éclats de marbre. L'oxygène contenu dans la seconde éprou-



FIG. 29

vette a été préparé en chauffant un mélange de chlorate de potassium et d'un peu de bioxyde de manganèse.

Verser l'oxygène sur la mèche de la bougie dès que celle-ci a été éteinte par le gaz carbonique.

Les éprouvettes doivent être bien pleines des deux gaz et bien bouchées. Si l'expérience rate, c'est probablement parce que les éprouvettes n'étaient pas pleines. Si l'on utilise des flacons au lieu d'éprouvettes, leur goulot doit être assez large pour que le gaz puisse être déversé d'un seul coup sur la bougie.

LES FLAMMES BLEUES

A l'aide d'un compte-gouttes, laisser tomber quelques gouttes d'eau sur un petit tas de poudre. Des flammes bleues jaillissent aussitôt, accompagnées de fumée.

Matériel nécessaire :

- 4 g de nitrate d'ammonium en poudre ;
- 1 g de chlorure d'ammonium en poudre ;
- du zinc pulvérisé.

Pourquoi :

C'est un exemple de l'effet catalytique de l'eau sur un mélange de produits oxydants et réducteurs.

Comment :

Ecraser *séparément* les produits dans un mortier. Mélanger le nitrate et le chlorure d'ammonium et en faire un petit tas sur une plaque d'amiante. Saupoudrer de poudre de zinc. Il n'y a plus qu'à verser de l'eau pour provoquer la réaction.

Conseils :

Les fumées que dégage cette réaction ne permettent de la réaliser que dans une grande salle, ou dans une pièce bien ventilée.

ATTENTION !

Cette réaction provoque un grand dégagement de chaleur.

LES FLAMMES FROIDES

Verser quelques centimètres cubes de liquide dans le creux de la main. Demander à quelqu'un d'approcher un morceau de

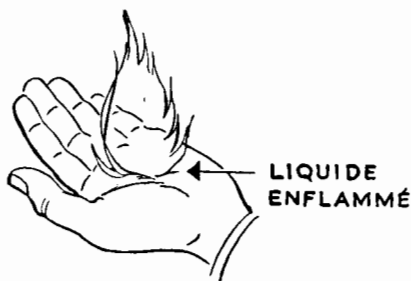


FIG. 30

papier enflammé et d'enflammer le liquide : celui-ci brûle avec une flamme jaune.

Matériel nécessaire :

— un mélange de 60 cm³ de sulfure de carbone et 40 cm³ de tétrachlorure de carbone.

Pourquoi :

Le refroidissement dû à l'évaporation rapide empêche les brûlures.

Conseils :

Si l'on craint de verser le liquide dans la main, on peut le verser sur un mouchoir : celui-ci sera laissé intact par les flammes.

La quantité de liquide à verser dans le creux de la main doit être petite pour éviter qu'il en coule sur le dos de la main.

Cette expérience est sans danger et peut même se faire avec un spectateur volontaire. Ne pas oublier cependant, qu'on « joue avec le feu ».

L'expérience est particulièrement spectaculaire dans une pièce obscure.

Utiliser une solution fraîchement préparée : en vieillissant, elle laisse évaporer le tétrachlorure de carbone et le mélange restant peut provoquer des brûlures.

LES FLOTTEURS ÉTAGÉS

Exposé devant les visiteurs, un bocal contient quatre liquides superposés ; un objet solide flotte sur chaque surface de séparation.

Matériel nécessaire :

- une éprouvette à pied de 500 cm³ ;
- 100 cm³ de mercure ;
- 100 cm³ de tétrachlorure de carbone ;
- 100 cm³ d'eau ;
- 100 cm³ d'essence ou d'éther de pétrole ;
- quelques boulons ou écrous en acier ;
- une boule de naphthaline ;
- un petit morceau de bois ;
- un petit morceau de liège.

Pourquoi :

Chaque objet solide flotte sur le liquide plus dense que lui.

Comment :

Verser le mercure dans l'éprouvette et laisser tomber sur sa surface les objets d'acier. Verser le tétrachlorure de carbone

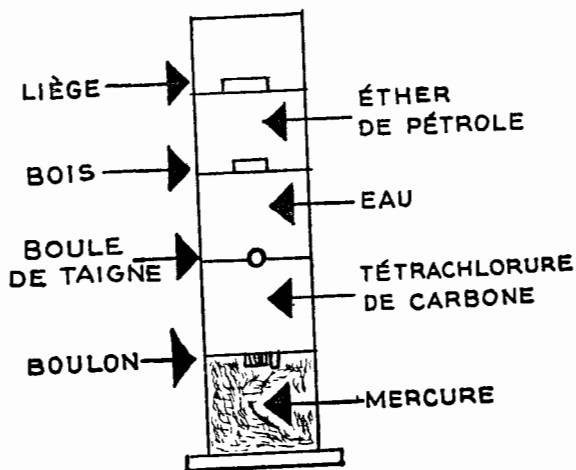


Fig. 31

et laisser tomber la boule de naphthaline. Verser l'eau, et placer le morceau de bois. Enfin, verser l'essence ou l'éther de pétrole et y placer le liège.

Si le morceau de bois s'élève dans l'essence, le lester en y plantant quelques petits clous.

Variantes :

Le tétrachlorure de carbone et l'essence peuvent être remplacés par des liquides de même densité, non miscibles à l'eau.

On peut boucher l'éprouvette pour éviter l'évaporation trop rapide du liquide supérieur si celui-ci est volatil.

LA FONTAINE MYSTÉRIEUSE

Un liquide rouge s'élève dans un tube en verre reliant deux gros ballons de verre, et sa couleur vire au bleu tandis qu'il frappe bruyamment le fond du ballon supérieur.

Matériel nécessaire :

- deux ballons de 2 l ;
- deux bouchons de caoutchouc adaptés aux ballons, respectivement à un et deux trous ;
- un tube de verre de 6 mm de diamètre et 1 m de longueur ;
- un petit morceau de tube de verre de 6 mm de diamètre, prolongé par un tube en caoutchouc de 30 cm de longueur ;
- un *générateur de gaz ammoniac*, constitué d'une large éprouvette à demi remplie de chlorure d'ammonium et d'hydroxyde de sodium mélangés en quantités égales, et munie d'un bouchon avec tube à dégagement ;
- 50 cm³ de solution de tournesol ;
- 10 cm³ d'acide chlorhydrique dilué ;
- un grand support à pinces.

Pourquoi :

La grande solubilité du gaz ammoniac dans une faible quantité d'eau crée un vide dans le ballon du haut, d'où aspiration du liquide soumis à la pression atmosphérique. Le tournesol vire du rouge au bleu parce que la solution, initialement acide, devient basique lorsque l'ammoniac s'y dissout.

Comment :

Le grand tube de verre a été rétréci à une extrémité, et celle-ci, lubrifiée à la glycérine, a été enfoncée de 10 cm dans le bouchon à un trou ; l'autre extrémité, enfilée dans le bouchon à deux trous, plonge jusqu'au fond du ballon inférieur, lui-même

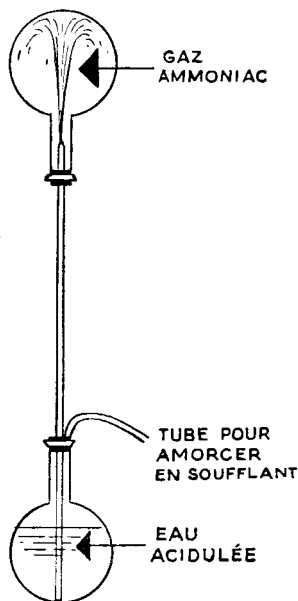


FIG. 32

supérieur. Quand il a été convenablement rempli, la force du jet est telle qu'on l'entend dans toute la salle.

Variantes :

On peut aussi garnir le ballon supérieur avec de l'acide chlorhydrique gazeux, produit en faisant agir de l'acide sulfurique concentré sur du chlorure de sodium. Le ballon inférieur doit alors contenir une solution d'ammoniaque au lieu d'acide.

rempli d'eau acidulée et teintée au tournesol. Dans le deuxième trou du bouchon on a placé le petit tube de verre prolongé par le tube de caoutchouc. Le ballon supérieur, bien sec, est rempli de gaz ammoniac avant d'être monté sur son bouchon en haut du tube.

L'ensemble est soutenu par le support à pinces.

Souffler dans le tube en caoutchouc pour amener quelques gouttes de liquide dans le ballon du haut, ce qui amorce le jet.

Conseils :

Les échecs proviennent généralement de l'insuffisance du remplissage en ammoniac du ballon

On peut amorcer la montée du liquide sans souffler dans le tube. Il suffit d'avoir placé en haut le bouchon à deux trous, et d'avoir introduit dans le deuxième trou un compte-gouttes rempli d'eau : en pressant le caoutchouc du compte-gouttes, on introduit dans le ballon assez d'eau pour amorcer.

Le tournesol peut être remplacé par tout autre indicateur coloré, méthyl-orange ou phénolphtaléine.

LA FONTAINE SIPHONNANTE

Aspirée à partir d'un becher surélevé jusque dans un grand ballon retourné placé encore plus haut, de l'eau frappe le fond de celui-ci, et retombe dans le col du ballon, d'où elle s'écoule par un tube de verre dans un second grand becher placé en bas du dispositif.

Matériel nécessaire.

- un ballon de 2 litres, muni d'un bouchon de caoutchouc à deux trous ;
- deux grands bechers ;
- deux tubes de verre ;
- un support pour fixer le ballon.

Pourquoi :

C'est par un effet de siphon que l'eau est aspirée du becher supérieur pour s'écouler finalement dans le becher inférieur : son passage dans l'air confiné du ballon n'empêche pas qu'elle se trouve finalement transvasée du niveau intermédiaire au niveau inférieur.

Comment :

Le tube de verre reliant le ballon au becher supérieur, d'une cinquantaine de centimètres de longueur, aura été effilé à l'extrémité entrant dans le ballon. L'autre tube, plus long, conduira au becher inférieur l'eau aspirée dans le ballon (voir figure).

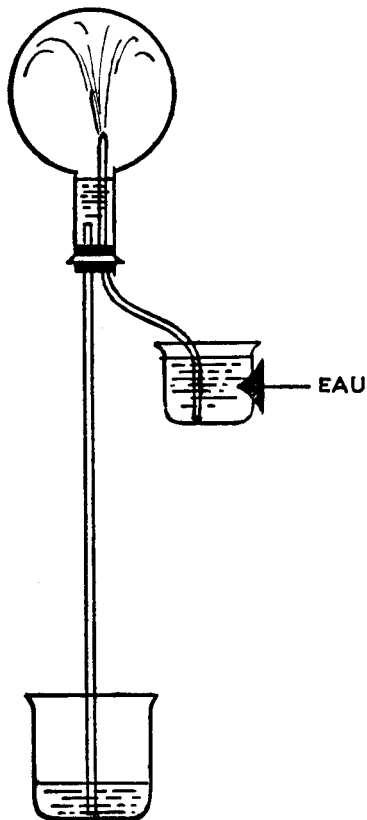


FIG. 33

Pour amorcer le siphon, remplir d'eau le ballon, le boucher avec le bouchon traversé par les deux tubes, le retourner et le fixer à un support. Laisser entrer de l'air par le tube qui plonge dans le becher supérieur ; quand le ballon n'est plus qu'à moitié plein d'eau, ce tube doit être plongé dans l'eau ; le siphon entre alors en fonctionnement, pour aussi longtemps qu'il reste de l'eau dans le becher supérieur.

La force du jet dépend de la différence de hauteur entre les deux bechers. Un peu de colorant alimentaire ajouté dans le becher du haut rendra plus visible le mouvement du liquide.

En remplaçant les tubes de verre par des tubes en caoutchouc, on rendra le dispositif plus aisé à manier.

LA FUMÉE QUI TRAVERSE LE VERRE

Deux verres sont posés sur la table à quelque distance l'un de l'autre. Les retourner pour montrer qu'ils sont vides ; puis les

ajuster bord à bord l'un contre l'autre et les couvrir aussitôt d'un foulard. Souffler dans leur direction la fumée d'une cigarette et, en ôtant le foulard, montrer que les deux verres sont remplis de fumée.

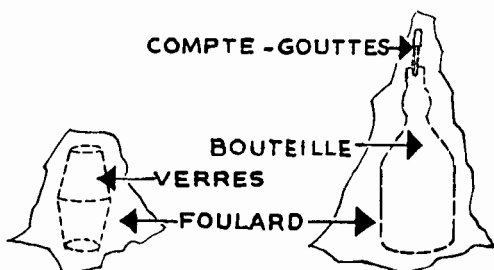


FIG. 34

Matériel nécessaire :

L'intérieur de l'un des verres aura préalablement été mouillé avec de l'acide chlorhydrique concentré, et l'autre avec de l'ammoniaque concentrée.

Pourquoi :

Les vapeurs d'acide chlorhydrique et d'ammoniaque donnent naissance à une fumée blanche formée de particules solides de chlorure d'ammonium.

Conseils :

Il suffit de très peu de chaque réactif : juste de quoi mouiller le fond des verres. Le foulard doit être placé sur ceux-ci au moment même où on les rapproche, car la réaction est presque immédiate.

Variante :

Une variante intéressante de cette expérience consiste à souffler de la fumée dans une grande bouteille transparente. Avant la démonstration, quelques gouttes d'acide auront été

Comment :

Le tube de verre reliant le ballon au becher supérieur, d'une cinquantaine de centimètres de longueur, aura été effilé à l'extrémité entrant dans le ballon. L'autre tube, plus long, conduira au becher inférieur l'eau aspirée dans le ballon (*voir figure*).

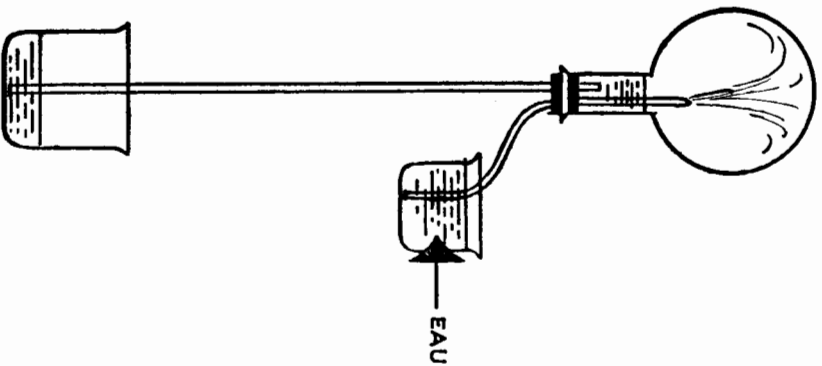


Fig. 33

En remplaçant les tubes de verre par des tubes en caoutchouc, on rendra le dispositif plus aisé à manier.

LA FUMÉE QUI TRAVERSE LE VERRE

Deux verres sont posés sur la table à quelque distance l'un de l'autre. Les retourner pour montrer qu'ils sont vides ; puis les

Pour amorcer le siphon, remplir d'eau le ballon, le boucher avec le bouchon traversé par les deux tubes, le retourner et le fixer à un support. Laisser entrer de l'air par le tube qui plonge dans le becher supérieur ; quand le ballon n'est plus qu'à moitié plein d'eau, ce tube doit être plongé dans l'eau ; le siphon entre alors en fonctionnement, pour aussi longtemps qu'il reste de l'eau dans le becher supérieur.

La force du jet dépend de la différence de hauteur entre les deux bechers. Un peu de colorant alimentaire ajouté dans le becher du haut rendra plus visible le mouvement du liquide.

ajuster bord à bord l'un contre l'autre et les couvrir aussitôt d'un foulard. Souffler dans leur direction la fumée d'une cigarette et, en ôtant le foulard, montrer que les deux verres sont remplis de fumée.

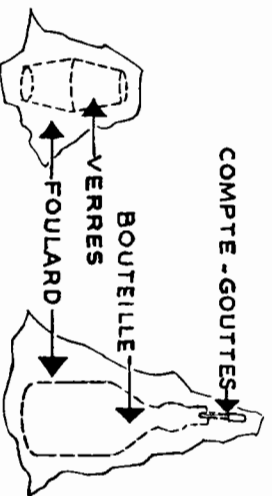


Fig. 34

Matériel nécessaire :

L'intérieur de l'un des verres aura préalablement été mouillé avec de l'acide chlorhydrique concentré, et l'autre avec de l'ammoniaque concentrée.

Pourquoi :

Les vapeurs d'acide chlorhydrique et d'ammoniaque donnent naissance à une fumée blanche formée de particules solides de chlorure d'ammonium.

Conseils :

Il suffit de très peu de chaque réactif : juste de quoi mouiller le fond des verres. Le foulard doit être placé sur ceux-ci au moment même où on les rapproche, car la réaction est presque immédiate.

Variante :

Une variante intéressante de cette expérience consiste à souffler de la fumée dans une grande bouteille transparente. Avant la démonstration, quelques gouttes d'acide auront été

versées dans la bouteille, puis étalées sur ses parois par agitation. Un compte-gouttes caché dans un foulard contient l'ammoniaque. En plaçant le foulard sur la bouteille, presser le compte-gouttes pour faire pénétrer quelques gouttes d'ammoniaque dans la bouteille. Ensuite, opérer comme il est dit avec les deux verres.

LA FUMÉE VIOLETTE

De l'eau projetée dans une capsule donne naissance à des nuages épais d'une fumée violette.

Matériel nécessaire :

- 4 g de zinc en poudre ;
- 4 g de nitrate d'ammonium en poudre ;
- 0,5 g de cristaux d'iode ;
- une capsule ;
- un flacon laveur ou un compte-gouttes.

Pourquoi :

L'eau amorce la réaction. La fumée est produite par les particules blanches d'oxyde de zinc mélangées aux vapeurs violettes provenant de la sublimation de l'iode par suite de la chaleur dégagée.

Comment :

Les réactifs auront été moulus séparément, bien mélangés et mis dans la capsule. L'eau nécessaire pour amorcer la réaction est versée à l'aide d'un compte-gouttes ou d'une pissette.

Conseils :

Si la salle où l'on opère est petite, n'employer que de petites quantités de réactifs, car la fumée produite est assez épaisse. Si la salle est grande, la fumée ne gênera pas l'assistance. Cependant, cette expérience est de celles à exécuter peu avant la fin de la séance. Les vapeurs violettes ressortiront mieux sur un fond blanc.

En l'absence d'iode, on produirait de la même façon des fumées blanches.

FUMÉES

Dans un creuset chauffé, laisser tomber quelques gouttes d'un liquide contenu dans un compte-gouttes. Une épaisse fumée blanche prend naissance immédiatement.

Matériel nécessaire :

- de la silice en poudre et du zinc en poudre en quantités égales ;
- du tétrachlorure de carbone.

Comment et Pourquoi :

Après avoir mélangé les poudres, les placer dans le creuset et chauffer pendant deux ou trois minutes. La fumée qui se produit quand on verse, en une seule fois, quelques gouttes de tétrachlorure de carbone, est formée pour la plus grande partie par des particules solides d'oxyde de zinc.

ATTENTION ! La fumée dégagée par l'expérience est suffocante : pratiquer celle-ci sous une hotte ou à l'extérieur.

LES FUMÉES POURPRES

En chauffant sur une flamme modérée une coupelle, il se produit des fumées pourpres d'intensité croissante.

Matériel nécessaire :

- 2 g de cristaux d'iode ;
- une coupelle à évaporer.

Pourquoi :

Les cristaux d'iode subliment sous l'effet de la chaleur.

Conseils :

Une feuille de papier ou de carton blanc placée derrière la coupelle accroît la visibilité des fumées. Celles-ci étant un peu suffocantes, l'opérateur doit éviter de les respirer.

UN GÉNÉRATEUR DE FUMÉE

Cet appareil produit une fumée blanche au gré de l'opérateur.

Matériel nécessaire :

- deux flacons avec leurs bouchons de caoutchouc percés de deux trous ;
- une poire en caoutchouc ;
- des tubes de verre ;
- de l'acide chlorhydrique concentré ;
- de l'ammoniaque concentrée.

Pourquoi :

Lorsque les vapeurs d'acide chlorhydrique et d'ammoniaque viennent en contact, elles donnent naissance à une épaisse fumée blanche formée de particules solides de chlorure d'ammonium.

Comment :

Verser quelques centimètres cubes d'acide dans le premier flacon, et une même quantité d'ammoniaque dans le second. Disposer la poire et les tubes, comme l'indique la figure, de telle façon que la pression exercée sur la poire fasse passer de l'air d'abord au travers de l'acide, puis au travers de l'ammoniaque. Il suffit de presser la poire pour obtenir à la sortie un jet de fumée blanche.

Variante :

Pour obtenir un jet continu de fumée, retirer la poire en caoutchouc et souffler directement dans le tube pénétrant dans le premier flacon,

Vous pouvez faire en sorte que la fumée sorte par les manches de votre vêtement : il suffit d'utiliser de petits flacons,

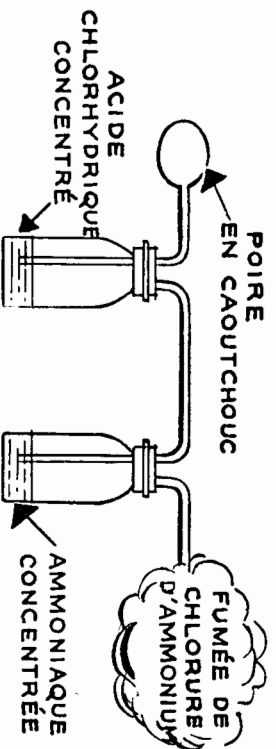


FIG. 35

avec une petite poire, et de placer tout l'appareillage dans une poche, le tube de sortie débouchant dans la manche. Il peut arriver que les particules solides de chlorure d'ammonium bouchent le tube si celui-ci est trop fin.

LE GEYSER

Faire bouillir un peu d'eau dans un grand ballon. Boucher celui-ci à l'aide d'un bouchon de caoutchouc muni d'un long tube de verre : la vapeur sort alors par ce tube.

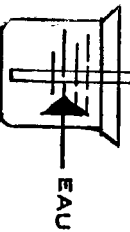
Retourner le tout au-dessus d'une cuve à eau dans laquelle plonge l'extrémité du tube. En quelques secondes, un puissant jet d'eau frappe le fond du ballon retourné, avec un bruit perceptible dans toute la salle. L'eau remplit presque complètement le ballon.



VIDE PARTIEL

Matériel nécessaire :

- un ballon de trois litres ;
- un bouchon de caoutchouc percé d'un trou ;
- un tube de verre de 10 cm de longueur, rétréci à une extrémité ;
- un tube de verre d'un bon mètre de longueur ;
- un manchon de caoutchouc pour raccorder les deux tubes.



EAU

Pourquoi :

Le refroidissement de la vapeur dans le ballon y produit un vide partiel et la pression atmosphérique y fait monter l'eau avec force.

FIG. 36

Conseils :

Si le bout du tube de verre enfoncé dans le ballon est rétréci jusqu'à ne présenter qu'un tout petit trou, le passage du jet d'eau est rendu bruyant.

Avant de retourner le ballon, s'assurer que l'eau bout vraiment et que la vapeur sort par l'extrémité du tube. Agir rapidement.

Un escabeau sera peut-être utile pour tenir convenablement le ballon retourné au-dessus de la cuve.

L'IMAGE SANGLANTE

Présenter d'une main un carton de couleur claire et tracer une silhouette sanglante avec simplement un doigt de l'autre main.

Matériel nécessaire :

— 5 g de thiocyanate (sulfocyanure) de potassium ;

— 5 g de chlorure ferrique.

Comment :

Former une solution saturée de chacun des sels, dans quelques centimètres. Badigeonner le carton avec la solution concentrée de thiocyanate. Tremper le doigt dans la solution de chlorure ferrique.

Pourquoi :

Les ions ferriques réagissent avec le thiocyanate et produisent la coloration rouge, réaction particulièrement sensible, et caractéristique de l'ion ferrique.

Variante :

Saisir un poignard et en passer la lame sur le dos de la main : une coulée de sang apparaît. Le poignard a été trempé dans la solution de thiocyanate de potassium, et le dos de la main a été recouvert de la solution de chlorure ferrique.

LE JARDIN CHIMIQUE

Dans un grand bocal placé dans une vitrine et presque entièrement rempli de liquide, on voit se développer une forêt de petits arbres.

Matériel nécessaire :

- du silicate de sodium du commerce (dit « verre soluble » ou liqueur de cailloux) ;
- un grand bocal ou vase cylindrique ;
- de gros cristaux de sels tels que du chlorure de cobalt, du sulfate ferrique, du sulfate de nickel, du chlorure manganoux, du sulfate de zinc, du nitrate chromique.

Pourquoi :

Une membrane colloïdale semi-perméable se forme autour de chaque cristal. En pénétrant dans le sac ainsi formé, l'eau vient diminuer la concentration de la solution qui s'y trouve. Le sac éclate en haut parce que la pression extérieure y est moins élevée que sur les côtés ; c'est pourquoi la croissance des cristaux se fait par le haut.

Comment :

Diluer dans du silicate de sodium une quantité égale d'eau et la verser dans le bocal. Y laisser tomber les cristaux de façon qu'ils se répartissent sur le fond du bocal. Ils commencent immédiatement « à pousser ». En quelques heures ils auront atteint la surface.

Conseils :

En préparant la solution, doser celle-ci de façon à ce que la densité soit 1,1 : une solution ainsi dosée donnera de meilleurs résultats que celle obtenue en coupant d'une égale quantité d'eau la solution du commerce.

Si on a préparé le jardin chimique plusieurs jours à l'avance et si la solution est trouble, on peut la clarifier en la siphonnant et en la remplaçant par de l'eau claire. Attention à ne pas briser les arbres, qui sont très fragiles.

LA LUMIÈRE FROIDE

Un bocal de deux litres contenant 1,8 litre de liquide, est posé sur la table dans la salle obscure. On ajoute une pincée de poudre et on agite. Le liquide émet alors une lueur mystérieuse de couleur bleu-violet.

Matériel nécessaire :

- un bocal de 2 litres contenant :
- 0,1 g de poudre de Luminol⁽¹⁾, éventuellement additionnée d'un peu de catalyseur ;
- 10 cm³ d'une solution à 5 % de soude fraîchement préparée ;
- de l'eau pour obtenir un volume total de 1,8 litres.

Pourquoi :

Il s'agit d'une oxydation chimique se produisant sans dégagement de chaleur.

(1) Nom commercial du 3 - aminophthalhydrazide.