

Revue des Périodiques

LA PHYSIQUE A L'ECOLE (en russe) — 1979

N° 1. — JANVIER-FÉVRIER.

— *Editorial* : Notre tâche est de former l'homme nouveau.

— *Physique et technique* :

- Un article de 3 pages sur les télécommunications optiques.

Notons que le phénomène appelé chez nous « réflexion totale frustrée », considéré il n'y a pas encore si longtemps comme une simple curiosité, est utilisé pour introduire le signal laser dans une fibre optique ainsi que pour l'extraire de celle-ci (fig. 1) :

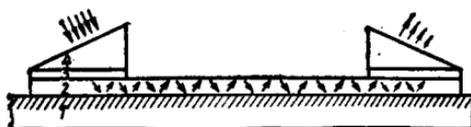


Fig. 1

Si la couche 3, de faible indice de réfraction, a une épaisseur de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde de la lumière utilisée, une proportion connue de l'intensité du faisceau est transmise du prisme 4 vers le guide 2. Notons que les Russes appellent ce phénomène « effet tunnel optique » ; il s'agit bien en effet de l'analogie optique de l'effet tunnel décrit en mécanique quantique.

— *Education et instruction* : Utilisation de documents d'histoire de la physique pour l'éducation esthétique des élèves (2 pages).

- « On peut montrer non seulement la beauté du processus d'étude des mystères de la nature mais aussi la beauté de l'Univers moral des hommes dévoués à la science ».

— *Méthodes* : Parmi les nombreux articles de cette rubrique : Etude de l'optique en 10^e classe à l'aide de films pédagogiques. Expériences d'holographie. Utilisation en classe d'un magnétoscope.

— *Dans les républiques fédérées* : Olympiades de Biélorussie.

- Un problème soumis aux élèves de la 8^e à la 10^e classe : un faisceau de molécules tombe sous l'incidence ϕ sur une surface plan animée d'une vitesse u dirigée normalement à la surface et à la rencontre du faisceau. On donne la densité particulière n du faisceau, la vitesse v et la masse de ses constituants. Calculer la pression subie par surface en supposant les chocs élastiques. Réponse : $P = 2nm(v \cos \phi + u)$.

N° 2. — MARS-AVRIL.

- *Editorial* : A l'occasion du 110^e anniversaire de la naissance de Lénine. Divers articles sur Lénine et le léninisme (20 pages).
- *Physique et Technique* (8 pages).
 - Une nouvelle série de mesures relatives à la désintégration du neutron réalisées à l'institut Kourchatov en 1979 conduit à une demi-vie de $(10,13 \pm 0,09)$ min, ce qui correspond à une durée de vie de (877 ± 8) s. Cette mesure a permis de préciser le rapport de deux constantes qui interviennent dans la théorie des interactions faibles pour les désintégrations avec ou sans conservation de la parité.
- *Pages d'histoire* : Un article célébrant le 75^e anniversaire de la relativité et de l'optique quantique apporte d'intéressantes précisions (3 pages).
 - En 1905, Einstein publia, dans l'espace de 10 mois, six articles dont trois se révélèrent particulièrement fondamentaux ; voici les titres et les dates de publication de ces articles : « Un point de vue heuristique au sujet de l'émission et de la transformation de la lumière » (17 mars). « Une nouvelle détermination des dimensions des molécules » (30 avril). « Le mouvement de particules en suspension dans un liquide au repos en relation avec la théorie moléculaire et cinétique de la chaleur » (11 mai). « A propos de l'électrodynamique des corps en mouvements » (30 juin) ; c'est le célèbre article fondant la relativité restreinte. « L'inertie d'un corps dépend-elle de l'énergie qu'il contient ? » (27 septembre). « A propos de la théorie du mouvement brownien » (19 décembre). Notons que le second article était présenté en tant que thèse de doctorat, il fut tout d'abord refusé car jugé trop court (21 pages), après adjonction de quelques phrases, Einstein reçut quand même le diplôme de docteur de l'Université de Zurich le 15 janvier 1906 ! On restreint souvent la signification du premier article en disant qu'il contient l'explication de l'effet photoélectrique. Il s'agit en fait de la fondation de la théorie quantique du rayonnement. Einstein y traite du reste de la loi de Stokes de la luminescence, de la photo-ionisation des molécules gazeuses et envisage même déjà la possibilité de transitions multiphotoniques (celles-ci ne sont connues expérimentalement que depuis une vingtaine d'années).
- *Liens interdisciplinaires* : Quelques questions relatives à la liaison entre le cours de physique et le cours de mathématiques.
 - Les lecteurs du B.U.P. constateront sur quelques exemples que les difficultés de nos collègues soviétiques ne sont pas si différentes des nôtres. Le concept d'accroissement d'une fonction vectorielle Δr est utilisé en physique dès la 8^e classe lors de la définition de la vitesse instantanée, or, ce concept n'est introduit en mathématiques qu'en 9^e classe et, dans le cas restreint, des fonctions scalaires. La notion de radian est utilisée par les physiciens dès la 8^e classe à propos de la vitesse angulaire, alors que cette unité n'est introduite en mathématiques que dans le cours de 9^e classe...

- *Astronomie* : L'éducation patriotique et les leçons d'Astronomie (2 pages).
 - « Une des tâches de l'école soviétique est l'éducation patriotique des élèves ; il faut développer chez eux un sentiment de fierté à l'égard de leur pays, de ses réalisations et de leurs auteurs, que ce soit dans le présent ou dans le passé de l'histoire de la Patrie... Dès la première leçon, on peut faire remarquer que c'est dans notre pays qu'est installé (dans le nord du Caucase) le plus grand télescope du monde, muni d'un miroir de 6 m de diamètre... ».
- *Problèmes et questions* : Quelques problèmes de physique concernant la technique militaire (2 pages).
 - La mitrailleuse Kalachnikov tire à un rythme de 600 coups par minute des balles de masse 7,9 g avec une vitesse initiale de 715 m/s. Déterminer la puissance utile de cette arme. Réponse : 20,2 kW.
- Quelques problèmes à contenu sportif (1 page).
 - Le meilleur résultat du sprinter Borzov est de 10 s sur 100 m. Dans un 4 × 100 m avec sa participation, le résultat a été de 39,5 s. Comparer les vitesses anonymes et expliquer la différence.

N° 3. — MAI-JUIN.

- *Editorial* : Le temps de la leçon en tant que ressource pédagogique fondamentale.
- *Chronique* : Les Olympiades Internationales de Physique.
 - Cette rencontre s'est déroulée à Moscou au cours de l'été 1979. Dix pays y prenaient part, représentés chacun par une équipe de cinq élèves : Bulgarie, Hongrie, R.D.A., Pologne, Roumanie, U.R.S.S., Finlande, Allemagne Fédérale, Tchécoslovaquie, Suède. L'U.R.S.S. a remporté cette compétition. Dans la partie théorique, il fallait résoudre trois problèmes en 5 heures ; dans la partie expérimentale, il fallait réaliser un montage en 4 heures.

Partie théorique. Problème 1 :

Un vaisseau cosmique de masse $M = 12$ t se meut au-dessus de la Lune sur une orbite circulaire d'altitude $h = 100$ km. Pour passer sur une orbite d'alunissage, on allume pendant une courte durée des moteurs qui éjectent du gaz avec une vitesse $u = 10^4$ m/s. Le rayon de la Lune est $R_L = 1,7 \cdot 10^3$ km, l'accélération de la chute libre à la surface de la Lune est $g_L = 1,7$ m/s².

- 1) Quelle quantité de carburant faut-il dépenser pour que, en ayant allumé le moteur de freinage au point A, la trajectoire atteigne la Lune au point B ? (fig. 2).

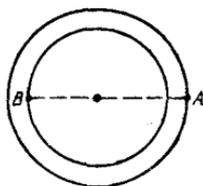


Fig. 2

- 2) Dans une seconde variante d'alunissage, l'impulsion des moteurs appliquée au point A est dirigée dans la direction du centre de la Lune de manière à frôler la Lune au point C.

Quelle quantité de carburant faut-il dépenser dans ce cas ? (fig. 3).

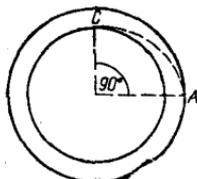


Fig. 3

Solution abrégée : La masse m de carburant dépensée se calcule en utilisant la conservation de la quantité de mouvement : $M \Delta v = m (\Delta v + u)$. La vitesse sur l'orbite de rayon $R = R_L + h$ est $v = (GM_L/R)^{1/2}$. En exprimant les lois de conservation de l'énergie et du moment cinétique entre les points A et B sur la nouvelle orbite, on obtient :

$$v_A = [2 g_L R_L^3 / R (R + R_L)]^{1/2}.$$

On en déduit $\Delta v = v - v_A = 24$ m/s. Puis :

$m \approx M \Delta v / u = 29$ kg. Pour la seconde variante, la composition géométrique des vitesses donne $v_A^2 = v^2 + (\Delta v)^2$, d'où $\Delta v = 97$ m/s, $m = 116$ kg.

Partie théorique. Problème 3 :

Dans l'expérience franco-soviétique de localisation de la Lune, on utilisait un laser de longueur d'onde 690 nm dont le rayonnement était dirigé à l'aide d'un télescope de diamètre $D = 2,6$ m. Sur la Lune était installé un réflecteur assimilable à un miroir parfait de diamètre $d = 20$ cm qui réfléchit la lumière vers le même télescope, lequel la focalise sur un récepteur.

- 1) Avec quelle précision l'axe optique du télescope devait-il être dirigé ?
- 2) En négligeant les pertes de lumière dans l'atmosphère et dans le télescope, évaluer la fraction de l'intensité lumineuse initiale qui est recueillie par le récepteur.
- 3) Le faisceau réfléchi peut-il être vu à l'œil nu si l'on admet que la densité de l'œil est $n = 100$ photons et que l'énergie d'une impulsion envoyée par le laser est de 1 joule ?
- 4) Évaluer le gain donné par l'utilisation d'un réflecteur. On supposera que la surface de la Lune disperse uniformément dans un angle solide 2 une fraction $\alpha = 10\%$ de la lumière qu'elle reçoit.

Distance Terre - Lune : $L = 380\,000$ km, constante de Planck :

$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s, diamètre de la pupille de l'œil :

$d_p = 5$ mm.

Réponses :

- 1) $2,6 \cdot 10^{-7}$ rad.
- 2) En comparant la surface du réflecteur et celle de la tache de diffraction obtenue sur la Lune et en raisonnant de la même manière pour la lumière diffractée par le réflecteur vers le récepteur, (on obtient une fraction $(d_D/2\lambda L)^4 \simeq 10^{-12}$).
- 3) En comparant la surface de la pupille à celle du télescope, on trouve que la fraction reçue à l'œil nu n'est que de $3,7 \cdot 10^{-18}$, ce qui correspond à une réception de 12 photons par impulsion.

En évaluant l'angle solide $\pi D^2/4L^2$ sous lequel le télescope est vu depuis la Lune, on obtient un gain de $2 \cdot 10^6$.

Partie expérimentale : Déterminer les caractéristiques électriques d'une boîte noire avec le matériel suivant : source de tension continue de 5 V, source de courant alternatif de fréquence 50 Hz et de tension de sortie 30 V, deux contrôleurs universels, un résistor variable, des fils de jonction (la boîte noire était un transformateur).

N° 4. — JUILLET-AOÛT :

- *Editorial* : Les voies d'un développement ultérieur de l'enseignement de la physique à l'école (6 pages) :
 - Nombre de professeurs diplômés de physique dans quelques pays : U.R.S.S., 200 000 ; Angleterre, 10 000 ; France, 8 500 ; Italie, 16 000 ; R.F.A., 22 000.
 - Liste des physiciens dont il est prévu d'illustrer le rôle dans le développement de la Science par les projets soviétiques de programme : Archimède, Lomonosov, Ohm, Ampère, Joffé, Iablotchkov, Galilée, Newton, Tsiolkovski, Korolev, Faraday, Maxwell, Lenz, Lebedev, Stoletov, Planck, Einstein, Rutherford, Bohr, Popov, Kourchatov.
- *Physique et Technique* : Les succès des méthodes numériques et de la technologie de l'automatisation (5 pages). La mécanisation du travail dans l'industrie pétrolière (6 pages).
- *Liens interdisciplinaires* : Utilisation de documents relatifs à la culture physique dans les leçons de physique (3 pages).
- *Dans les écoles du pays* (3 pages) :
 - Les dictées en physique. L'auteur propose en fait des interrogations écrites à réponses brèves. Un exemple :
 - 1) De quelles parties se compose la mécanique ?
 - 2) Quel est le but fondamental de la mécanique ?
 - 3) Quel est l'objet de la cinématique ?
 - 4) Que faut-il connaître pour préciser la position d'un point : sur une droite, sur une surface, dans l'espace ?...

N° 5. — SEPTEMBRE-OCTOBRE :

- *Editorial* : Pour l'efficacité de la leçon, l'essentiel est l'attention (5 pages). Etudier les idées léninistes (8 pages).

— *Physique et Technique* : Les matériaux hydrophobes dans la nature et dans la technique (2 pages). Nouvelles de la Science et de la Technique (9 pages).

- Les propriétés des corps peuvent dépendre beaucoup de leur état de pureté. Par exemple, le chrome et le tungstène contenant moins de $10^{-5}\%$ d'impuretés sont plastiques alors que leur état ordinaire est rigide et fragile. L'étain pur à mieux que $5 \cdot 10^{-6}\%$ est tellement mou qu'il fléchit sous l'action de son propre poids...
- Une équipe américaine a obtenu en 1980 de l'hydrogène solide à la température ordinaire (25°C) par compression jusqu'à $5,7 \text{ GPa}$ à l'aide d'une chambre à diamants.

— *Olympiades de l'U.R.S.S. Partie théorique* :

- Problème 1 (8^e classe). On considère la construction articulée représentée sur la fig. 4. Les côtés des losanges sont dans les

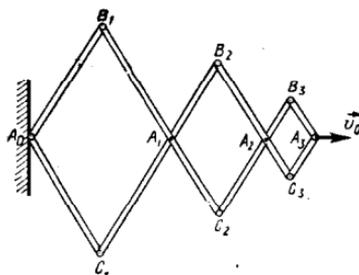


Fig. 3

rappports 3, 2, 1. Déterminer en fonction de la vitesse v_0 les vitesses des points A_1 , A_2 et B_1 au moment où les angles de la structure sont droits.

Réponses : $v_{A_1} = v_0/2$, $v_{A_2} = 5 v_0/6$, $v_{B_1} = v_0 \sqrt{2}/2$.

- Problème 3 (8^e classe).

Dans un seau se trouve un mélange eau-glace de masse $m = 10 \text{ kg}$. On l'apporte dans une salle et commence à mesurer la température ($t^\circ\text{C}$) en fonction du temps ($t \text{ min}$) (voir fig. 5). On donne la capacité thermique massique de l'eau

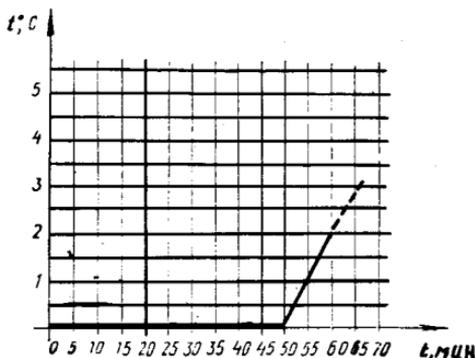


Fig. 4

$c = 4200 \text{ J. kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et sa chaleur latente de fusion $L = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J. kg}^{-1}$. En négligeant la capacité thermique du seau, déterminer la masse de glace initialement présente dans le seau.

$$\text{Réponse : } m_g = \frac{mc}{L} \frac{\Delta t^o}{\Delta t} \cdot t = 1,25 \text{ kg.}$$

• Problème 3 (9^e classe).

Dans une nouvelle de science-fiction, un astronaute de masse $m_1 = 100 \text{ kg}$ se trouve en détresse à $l = 100 \text{ m}$ de son vaisseau cosmique. Il dispose d'un verre d'eau glacée, peut-il mettre à profit le phénomène de sublimation pour rentrer jusqu'au vaisseau ? Si oui, évaluez la durée du retour. On considérera que la sublimation de la glace se produit à la température constante $T = 272 \text{ K}$ avec une pression de vapeur $P_S = 550 \text{ Pa}$. On donne la constante des gaz parfaits $R = 8,3 \text{ J. mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. On proposera indépendamment des valeurs pour la masse m_2 de la glace et pour la section S du verre.

Réponse : En notant M la masse molaire de l'eau, l'astronaute peut rentrer avec l'accélération :

$$a = \frac{P_S S}{2 m_1}$$

pendant la durée de sublimation de la glace :

$$\tau = \frac{6 m_2}{P_S S} \sqrt{\frac{RT}{3M}}$$

• Problème 1 (10^e classe).

Deux fusées partent simultanément avec la même vitesse initiale des pôles Nord et Sud de la Terre chacune en direction horizontale. Après une durée $\tau = 3 \text{ h } 20 \text{ min}$, les fusées se trouvent au maximum de leur distance mutuelle, soit L . Evaluer L , on connaît l'accélération de chute libre g au sol, de même que le rayon terrestre R_0 .

Réponse :

$$L = 2 [2 (gR_0^2 \tau^2 / \pi^2)^{1/3} - R_0] = 5,9 \cdot 10^7 \text{ m.}$$

N° 6. — NOVEMBRE-DÉCEMBRE.

— *Editorial* : Vers le 26^e Congrès du P.C.U.S.

— *Physique et Technique* (8 pages).

- Au cours de la dernière décennie, on est parvenu à observer des couches d'électrons libres au-dessus de diélectriques tels que He liquide, H₂ liquide et solide, Ne solide.
- A l'institut des hautes pressions de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., on a obtenu du NaCl conducteur et même supraconducteur vers 7 K et sous 400 kbar.