

Revue des Périodiques

LA PHYSIQUE A L'ECOLE (en russe : FIZIKA V ŠKOLE)

(années 1982 et 1983)

Grâce à l'amabilité de collègues soviétiques, l'Union des Physiciens continue à recevoir cette revue qui est (en ce qui concerne la physique seule), l'homologue de notre bulletin. En accord avec la rédaction du B.U.P., je ne rédige plus de sommaires de cette revue (*), me bornant à traduire quelques « morceaux choisis ». En fait, je rendrai surtout compte d'énoncés d'exercices proposés à diverses « Olympiades », une enquête auprès de lecteurs ayant semblé indiquer que ce sujet était, parmi ceux traités dans *fizika v škole*, le plus susceptible d'intéresser un grand nombre de collègues.

Extrait des Olympiades de l'U.R.S.S. 1982 :

• 9^e classe (niveau intermédiaire entre notre première et notre terminale scientifiques).

— Dans un cylindre isolé thermiquement et sous un piston léger se trouve contenu un mélange de quantités égales d'eau et de glace ($m_e = m_g = 1$ kg). On augmente lentement la pression sur le piston depuis la valeur initiale $p_0 = 10^5$ Pa jusqu'à $p_1 = 2,5 \cdot 10^6$ Pa. Évaluez la masse Δm de glace qui fond au cours de cette opération ainsi que le travail W accompli par la force extérieure. On considérera que, pour diminuer de un degré la température de fusion de la glace, il faut augmenter la pression de $14 \cdot 10^6$ Pa. On commencera par résoudre le problème en considérant l'eau et la glace comme incompressibles, puis on évaluera la correction à apporter si l'on prend en compte les compressibilités. (On sait qu'il faut élever la pression de $2 \cdot 10^7$ Pa pour diminuer de 1 % le volume d'une certaine quantité d'eau). On considérera que la compressibilité de la glace est égale à la moitié de celle de l'eau. Les capacités thermiques massiques de l'eau et de la glace sont $c_e = 4,2 \cdot 10^3$ J. kg⁻¹. K⁻¹ et $c_g = 2,1 \cdot 10^3$ J. kg⁻¹. K⁻¹; chaleur latente de fusion de la glace $L = 3 \cdot 10^5$ J. kg⁻¹; masse volumique de la glace $\mu_g = 0,9 \mu_e$, μ_e désignant la masse volumique de l'eau.

Réponse :

$\Delta m = m (c_g + c_e \Delta T)/L$, avec $\Delta T = 0,17$ K (diminution de la température de fusion de la glace) : $\Delta m \sim 3,7$ g, $W = (p_0 + p_1) \Delta V/2$, ΔV étant la diminution du volume du système. En ne tenant compte

(*) La collection de *fizika v škole*, de même que celles de plusieurs revues scientifiques en langue russe, est conservée au lycée Louis-le-Grand. Je les y tiens à la disposition des collègues (les amateurs ne se bousculent pas).

que de la fusion : $\Delta V_1 = \Delta m (\mu_e - \mu_g) / \mu_e \mu_g = 0,4 \text{ cm}^3$; $W_1 \simeq 0,5 \text{ J}$. En prenant en compte les variations de volume ΔV_2 et ΔV_3 de l'eau et de la glace dues à la compressibilité : $W_2 \simeq 2,9 \text{ J}$.

• 10^e classe (intermédiaire entre une terminale scientifique et une math. sup.).

1) De nos jours, la puissance de toutes les sources d'énergie utilisées sur Terre par l'homme se monte à $P = 10^{13} \text{ W}$. La puissance totale reçue du Soleil sur toute la surface de la Terre est $P_0 = 10^{17} \text{ W}$. Quelle est l'élévation de température ΔT de la surface de notre planète engendrée par l'utilisation des sources d'énergie terrestres ?

Quelle est la puissance P_m utilisable maximale si l'on admet que, pour des raisons écologiques, l'élévation de température ne doit pas dépasser $\Delta T_m = 0,1 \text{ K}$?

On considérera que l'énergie rayonnée par unité de temps par un corps chauffé augmente 16 fois quand on double sa température absolue (**).

Réponse :

$$\Delta T = P T_0 / 4 P_0. \text{ Soit, avec } T_0 \simeq 300 \text{ K} : \Delta T \simeq 10^{-2} \text{ K} ; P_m \simeq 10^{14} \text{ W}.$$

2) Dans un roman fantastique, on propose un projet de centrale électrique utilisant l'énergie des courants marins et le champ magnétique terrestre. On installe dans l'océan deux plaques métalliques horizontales de surface $S = 1 \text{ km}^2$ situées à une hauteur $L = 100 \text{ m}$ l'une au-dessus de l'autre. On donne la résistivité de l'eau de mer : $\rho = 0,25 \Omega \cdot \text{m}$. Le courant s'écoule horizontalement d'Est en Ouest à la vitesse $v = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. On admet que, au lieu considéré, le champ magnétique est uniforme et dirigé du Sud au Nord, son intensité étant $B = 10^{-4} \text{ T}$. Les plaques sont réunies par un conducteur branché sur une « charge » extérieure. Évaluez la puissance maximale disponible dans la charge.

Réponse :

$$P_m = \frac{v^2 B^2 L S}{4 \rho} \simeq 1 \text{ W}!$$

3) Dans le schéma de la fig. 1, D est une diode idéale. A la date

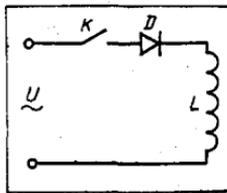


Fig. 1

(**) C'est la loi de Stefan : $M = dP/dS = \sigma T^4$ (note de J.-P. S.).

$t = 0$, on ferme l'interrupteur K, mettant ainsi l'inductance L en relation avec la source de tension $U = U_0 \cos \omega t$ (fig. 2 a). Etudiez l'évolution de l'intensité I dans la bobine (considérée comme idéale).

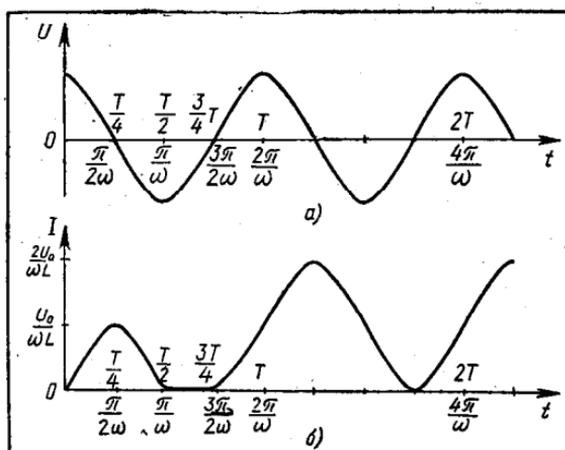


Fig. 2

Réponse :

Voir la fig. 2 b.

Pour conclure ces « morceaux choisis », j'extrais de la rubrique *Nouvelles de la Science et de la Technique* l'information suivante : la dernière détermination de la constante de la gravitation (National Bureau of Standards, 1982) conduit à :

$$G = (6,6726 \pm 0,0005) \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}.$$

J.-P. SARMANT,
Lycée Louis-le-Grand, Paris.