2. ENSINO MÉDIO DA FÍSICA

SOBRE PROBLEMAS DE FÍSICA

A *Gazeta de Física* teve o prazer de receber de «Um estudante de Física» um escrito intitulado *«Àcerca de alguns problemas que, vulgarmente, nos são ensinados a resolver nos «Liceus» no curso do 7.º ano.»* Apresenta-nos o enunciado de três problemas, que adiante trancrevemos, e as soluções que, segundo diz, são ensinadas em *alguns liceus* e em *outros*. Desculpará, «Um estudante de Física», não registarmos aqui algumas das soluções que indica, por enfermarem de defeitos e até de erros, pelo que não nos parece pedagógico reproduzi-las.

Sobre problemas de Física já, por mais de uma vez, tivemos desejo de fazer algumas considerações em consequência dos enunciados de problemas aparecidos em exame e por nós publicados na respectiva secção. As principais considerações a fazer diriam respeito: à falta de clareza ou de rigor nos enunciados, à desconexão no grau de aproximação dos vários dados no mesmo problema, ao afastamento em que se encontram da realidade, etc..

A propósito de cada um dos problemas que originaram estas palavras faremos as objecções que lhes disserem respeito. E para encurtarmos espaço, passemos aos problemas.

* * *

I — «O primário de um transformador estático é constituido por 400 espiras e o secundário por 4000. No primário lança-se uma corrente alternada monofásica sob a tensão eficaz de 200 *V*, que produz uma corrente de 10 *A* eficazes. O rendimento do transformador é de 81%. Para simplicidade de cálculos, supõem-se os dois enrolamentos como circuitos não indutivos. Pedem-se: *a*) a potência lançada no primário; *b*) a potência obtida no secundário; *c*) a intensidade eficaz da corrente secundária; *d*) a tensão obtida no secundário».

O enunciado deste problema poderá dizer-se claro e correcto mas incompleto. Quanto aos dados, não é de aceitar o rendimento de 81%, porquanto só em casos excepcionais e em más condições se pode admitir um tal rendimento, o que implica a não aplicação das regras usualmente empregadas e a necessidade de outros dados, em especial as resistências sobre que debitaria a corrente no secundário e a resistência no primário. A fórmula que relaciona o número de espiras com as tensões nos terminais é deduzida no caso em que se desprezam os produtos dos valores das resistências dos enrolamentos pelos das intensidades das correntes que neles circulam, e a sua aplicação não pode dar-se quando haja tal perda de rendimento. Na opinião de físicos de categoria, este problema, tal como é enunciado, só pode resolver-se no que diz respeito às alíneas *a*) e *b*).

Portanto a suspeita de «Um estudante de Fisica» de que *o problema não estava bem resolvido em ambas as maneiras* tinha toda a razão de ser.

II — «Um móvel, com a massa de 40 kg, partindo do repouso, resvala por um plano inclinado de ângulo igual a 30°, em local em que $g = 9{,}8\ m/s^2$. No fim de 20 metros de percurso, a velocidade do móvel é igual a 10 m/s. Pergunta-se qual a energia absorvida pelos atritos».

III — «Um móvel, com a massa de 40 *kg*, partindo do repouso, resvala por um plano inclinado de ângulo igual a 30°, em local onde $g = 9{,}8\ m/s^2$. No fim de 4 segundos de percurso atinge a velocidade de 10 m/s. Calcular a energia, absorvida pelos atritos».

Os enunciados destes problemas, podem dizer-se correctos e claros. Para maior correcção, poderia dizer-se:... energia absorvida pelos atritos quando tivesse percorrido 20 metros, em II, e..., absorvida pelos atritos no fim de 4 segundos, em III; mas isto teria o inconveniente de alongar os enunciados e este aditamento nada mais esclareceria além do que se depreende dos enunciados, tal como são apresentados. Há, porém, desconexão na aproximação dos dados; assim há dados com um algarismo significativo (4 segundos), com dois e com três.

«Um estudante de Física» verificou que estes dois enunciados correspondem a um único problema porquanto, no caso do atrito o móvel está sujeito a uma aceleração que é a diferença entre a componente da aceleração da gravidade ao longo do plano e a aceleração proveniente do atrito o que conduz a determinar em cada um dos problemas um valor dado no outro.

Com efeito, das expressões $v^2 = 2je$ e $v = jt$, sendo v a velocidade adquirida pelo móvel ao cabo do espaço e, ou depois de decorrido o tempo t, tira-se, eliminando j, $vt = 2e$ o que dá, em II, $t = 2e/v = 2\times 20:10 = 4s$ e em III, $e = vt/2 = 10\times 4:2 = 20\ m$, que são respectivamente dados em III e em II.

A resolução destes dois problemas depende evidentemente do que se pretende e assim *considerados separadamente*, poderia supor-se que teriamos em II de calcular a variação da energia potencial deslocando-se o móvel sem atrito sôbre o plano inclinado, ou, o que é o mesmo, a energia cinética adquirida, no percurso de 20 metros, e em III de fazer o mesmo cálculo para a energia cinética adquirida no fim de 4 s, o que daria valores diferentes, porque *se não houvesse atrito,* o móvel deslocando-se sôbre o plano inclinado sujeito à aceleração $j = g$ sen α; isto é $j = 9{,}8\times 0{,}5 = 4{,}9\ m/s^2$, adquiriria a velocidade de 10 m/s depois de ter percorrido $e = 100/9{,}8$ (pouco mais de 10 metros e não 20 metros), no tempo $t = 10/4{,}9$ s (ligeiramente mais de 2 s e não 4 s). Ora em qualquer dos casos estamos em presença dum móvel que se desloca dum ponto A dum plano inclinado para outro ponto B em nível inferior (admita-se que se desloca sobre a linha de maior declive), percorrendo o espaço $AB = 20\ m$ em 4 s. Então, pelo princípio da conservação da energia, a perda de energia de posição será igual à soma da energia cinética adquirida com a energia absorvida pelos atritos. Nestas condições, só a resolução apresentada por «Um estudante de Física» em II é que convém e que é como segue.

A energia cinética adquirida pelo móvel deslocando-se, *com atrito,* no percurso de 20 metros, isto é, quando tinha a velocidade de 10 m/s é $W_a = mv^2/2 = 40\times 10^2:2 = 2{,}0\ kJ$; o trabalho realizado pela gravidade, *sem atrito* ou seja, a variação da energia de posição nos mesmos 20 metros do plano é

$W = mge$ sen $\alpha = 40\times 9{,}8\times 20\times 0{,}5 = 3{,}9\ kJ$;

energia absorvida pelos atritos

$$W - W_a = 3{,}9 - 2{,}0 = 1{,}9\ kJ.$$

* * *

Porque estamos convencidos de que «Um estudante de Física» é também um *estudioso da Física,* e portanto na posse de mais alguns conhecimentos além do 7.º ano dos liceus, e porque esta secção também será lida por outras pessoas com maior bagagem científica, iremos tratar, embora sucintamente, estes problemas entrando em consideração com o atrito e comparando com o caso de não haver atrito. Para simplificar, suporemos que os atritos a que o móvel está sujeito se reduzem ao atrito de escorregamento.

Sabe-se que no caso de um móvel se deslocar com atrito sobre um plano, está submetido a uma força que se opõe ao movimento e que depende duma quantidade f a que se dá o nome de coeficiente de atrito. Quando um móvel resvala sem atrito por um plano inclinado fazendo com um plano horizontal um ângulo α num lugar da Terra onde a aceleração da gravidade é g, está animado dum movimento uniformemente acelerado cuja aceleração j é dada por $j = g$ sen α, como já atrás usámos; no caso de resvalar com atrito e sendo f o coeficiente de atrito, a aceleração do movimento é então $j' = g\,(\text{sen}\ \alpha - f\cos\alpha)$.

As expressões que determinam a variação da energia potencial, são

$$W = (mg^2\, t^2\ \text{sen}^2\ \alpha):2 = mge\ \text{sen}\ \alpha = mv^2/2$$

quando não houver atrito; se considerarmos o atrito nas condições indicadas, então a energia actualizada W_a será dada por qualquer das expressões equivalentes

$$W_a = (m\,g^2\,t^2 : 2)\,(\text{sen}\,\alpha - f\cos\alpha^2) =$$
$$= mge(\text{sen}\,\alpha - f\cos\alpha) = mv^2/2$$

As condições dos problemas enunciados e as igualdades anteriores determinam $f = 8\sqrt{3}/49$, por ser $\alpha = 30°$ e $g = 9{,}8\ m/s^2$.

Com este valor torna-se fácil resolver o problema; com efeito, a energia absorvida pelos atritos (supondo estes só devidos ao atrito de escorregamento) é igual, em valor absoluto, ao trabalho das forças de atrito e portanto, por lhe corresponder a aceleração $fg\cos\alpha$, vem

$$W = mg\,ef\cos\alpha =$$
$$= 40 \times 9{,}8 \times 20 \times (8\sqrt{3} : 49) \times (\sqrt{3} : 2) = 1{,}9\ kJ$$

que é, como não podia deixar de ser, o valor obtido anteriormente e onde apenas se considerou o movimento do móvel sujeito ao atrito sem ter necessidade de fazer qualquer comparação.

* * *

Resta-nos agradecer a um «Um estudante de Física» o ter-nos proporcionado abordar o assunto dos problemas e ainda ter patenteado o interesse e a utilidade que a *Gazeta de Física* tem para estudantes e professores. Julgamos não conhecer o nosso colaborador acidental, mas temos a convicção de que se tratará de alguém que dá mostras de boa fé e dedicação ao trabalho e que seria, portanto, um bom elemento para nos ajudar na nossa tarefa desinteressada.

JAIME XAVIER DE BRITO
PROF. DO LICEU PASSOS MANUEL

3. ENSINO SUPERIOR DA FÍSICA

ILUSTRATION DES CONCEPTES DE LA MÉCANIQUE STATISTIQUE

1. Les jeux de hasard ont toujours été à la base des concepts statistiques, aussi bien dans les sciences conjecturales que dans les sciences exactes, dans lesquelles se range la Physique théorique. Loin d'exclure comme futiles les exemples empruntés aux jeux de pile ou face, de dés, de cartes etc., j'estime qu'ils on la plus grande valeur pédagogique. C'est ce que je vais essayer de montrer ici.

2. On fait reposer la Mécanique Statistique (depuis *Gibbs*) sur les équations de *Hamilton* parce que celles-ci jouissent des deux propriétés suivantes:

a) le volume de l'extension en phase: *dq dp, est invariant* par une transformation *canonique,* c'est à dire qu'il ne dépend pas des variables choisies, pourvu que les q et les p soient toujours des variables *conjuguées.*

b) ce volume ne varie pas avec le temps, lorsque les q et les p évoluent en satisfaisant aux équations de Hamilton.

Ce sont ces propriétés qui ont permis de voir dans le volume de l'extension en phase une définition théorique rigoureuse de la probabilité.

Pour ma part j'estime que la Mécanique Statistique ne doit pas être *subordonnée* aux équations de Hamilton, mais que l'on doit plutôt rechercher le sens profond des hypothèses dont on a besoin et les énoncer sous forme *d'axiomes,* leur validité dépassant de beaucoup le mécanisme trop etroit représenté par lesdites équations.

3. Jouons aux dés, avec deux dés numérotés 1 et 2. Soit x_1 le point amené avec le dé 1, x_2 le point amené avec le dé 2. Représentons nous chaque dé comme une molécule et chaque point du dé comme une valeur possible de l'énergie de la molécule. Nous entendons cette énergie au sens suivant: c'est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle, lorsqu'elle est *seule,* c'est à dire lorsqu'elle ne fait pas partie du systéme