

## 5. EXAMES UNIVERSITÁRIOS

## PONTOS DE EXAMES

**F. C. P. — Mecânica Física. — Exame de frequência**  
— Março 1947.

**118** — Defina módulo de compressibilidade  $\epsilon$  e mostre que se pode exprimir em função dos coeficientes de Lanné  $\lambda$  e  $\mu$  pela expressão  $\epsilon = \lambda/3 (3\lambda+2\mu)$  no caso dum corpo submetido a uma pressão uniforme.

**119** — Um auto-carro pesando 10 T tem o seu peso igualmente repartido pelas rodas da frente e pelas rodas motoras da rectaguarda. Quando em patamar, arranca em 10 segundos, com aceleração constante, e atinge a velocidade de 40 km/h. Ao fim de algum tempo, encontra uma rampa que sobe e entra novamente em patamar, sempre à mesma velocidade, até que é obrigado a travar bruscamente, patinando ao longo duma distância  $D$ .

A resistência oposta ao movimento, quando em patamar, é de 380 kg-pêso; o coeficiente de atrito de escorregamento, durante o deslocamento com os travões imobilizando as 4 rodas é  $k=0,6$ . Calcular: 1.º) a aceleração de arranque; 2.º) a aderência limite e a aceleração máxima correspondente; 3.º) a energia cinética, adquirida pelo veículo; 4.º) a potência necessária em marcha em patamar à velocidade considerada; 5.º) a potência necessária no início e no fim do período de arranque; 6.º) a inclinação da rampa supondo que a potência dispendida é a mesma que a potência máxima de arranque; 7.º) a distância  $D$  percorrida após a aplicação dos travões.

R: 1.º)  $v=40\text{km/h}=11\text{m/s}$ ;  $\gamma=v/t=1,1\text{ m/s}^2$ ; 2.º)  $Ae = 0,6 \times 5000 = \text{kg}$ ;  $\gamma_{\text{max.}} = Ae/M = \text{hmg}/M = 1/2\text{ kg} = 1/2\text{ pg} = 0,6 \times 9,8/2 = 2,94\text{ m/s}^2$ ; 3.º)  $E = 1/2 MV^2 = 1/2 \times 10^4 \times 11,1^2 = 62 \times 10^4\text{ J} = 63 \times 10^3\text{ kgm}$ ; 4.º)  $Pp = Fr$   $V = 380 \times 11,1 = 42 \times 10^2\text{ kgm/s} = 41\text{ kW}$ ; 5.º) *No início do arranque além das forças de atrito é necessário vencer as forças de inercia*  $Fi = M\gamma = 10^4 \times 1,1 = 9,8 = 1,1\text{ ton}$  e a potência necessária é  $Po = Pp + Fi\gamma = Pp + M\gamma^2 = 42 \times 10^2 + 10^4 \times 1,1^2 = 16 \times 10^3\text{ kgm/s} = 1,6 \times 10^2\text{ kW}$  e no fim do arranque  $Pf = Pp + FiV = (Fr + Fi)V = 4 \times 10^2 + 11 \times 10^2 \times 11 \approx 17 \times 10^3\text{ kgm/s} \approx 17 \times 10^2\text{ kW}$ ; 6.º)  $i = Fi:P = 11 \times 10^4 : 10^4 = 11\%$ ; 7.º) *O trabalho realizado pelas forças de atrito*  $kP = 0,6 \times 10^4 = 6 \times 10^3\text{ kg}$  ao longo do percurso  $D$  deve absorver a energia cinética  $E = 63 \times 10^3\text{ kgm}$ . Portanto  $D = E:kP = 63 \times 10^3 : 6 \times 10^5 = 10,5\text{ metros}$ .

**120** — Explique o fenómeno de Venturi a partir do teorema de Bernouilli. Diga em que consiste o fenómeno da cavitação.

**121** — Defina coeficiente de viscosidade dum fluido,

escreva a sua fórmula de dimensão e calcule em poises o valor da unidade Giorgi de viscosidade.

**122** — Defina e relacione entre si: perda de carga linear, viscosidade cinemática e número de Reynolds.

**123** — Enuncie o teorema de Kutta e Joukowski e aplique-o ao efeito Magnus e à sustentação aerodinâmica.

**124** — Que diferença há entre intensidade e sonoridade dum som? Como define «bel» e «phone»?

**125** — O que se entende por onda balística de Mach?

Resolução de CARLOS BRAGA

**F. C. L. — Física F. Q. N. — 1.º exame de frequência,** 1946-47.

**126** — a) Explique como varia numa lâmpada de dois electródios, a intensidade da corrente electrónica em função da diferença de potencial entre o filamento e a placa, para uma certa temperatura do filamento. b) Explique como se pode multiplicar a alta tensão fornecida pelo secundário dum transformador.

**127** — a) Diga em que consiste um par termoelétrico. b) Explique a razão porque o organismo suporta as correntes de alta tensão quando sejam de alta frequência.

**128** — Oscilógrafo catódico; constituição e funcionamento.

**F. C. L. — Física geral — 1.º exame de frequência** 1946-47.

**129** — a) Diga como calcula o erro provável duma medida conhecidos os resultados de várias medições obtidas por processos, instrumentos ou observadores diferentes. b) Enuncie e demonstre o teorema das forças vivas.

**130** — a) Diga como se calculam as coordenadas do centro de gravidade dum corpo. b) Enuncie e demonstre o teorema de Huygens.

**131** — a) Tensão superficial: definição desta grandeza e da sua unidade Giorgi. Estabeleça a equação das dimensões e calcule a partir desta equação a equivalência daquela unidade com a do sistema C. G. S. b) Enuncie e demonstre o teorema de Torricelli.

**132** — Lança-se um móvel pela linha de maior declive dum plano inclinado de  $30^\circ$  sobre o horizonte com a velocidade de 9,80 m/s e o móvel atinge a cota

máxima depois de subir 7,35 m ao longo do plano. Calcular o coeficiente de atrito entre o corpo e o plano. R: O móvel percorre o espaço de 7,35 m ao longo do plano com a velocidade de 9,80 m/s e com a aceleração  $j_s$  dada pela expressão:  $j_s = g \sin \alpha + fg \cos \alpha$ , donde juntamente com  $j_s = v^2/2c$ , se tira o valor do coeficiente de atrito  $f = v^2/(2g \cos \alpha) - \tan \alpha$ , que por substituição dá para  $f$  o valor 0,19.

**133** — O comprimento definido numa régua é 80% do seu comprimento em repouso. Considere o acontecimento  $x=0$ ,  $y=0$ ,  $z=0$ ,  $t=1$  segundo no referencial de Einstein onde repousa a régua e determine as coordenadas desse acontecimento no referencial onde tem aquele comprimento. R: Sejam  $x$ ,  $y$ ,  $z$  e  $t$  as

coordenadas do acontecimento no sistema S e  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  e  $t'$  no sistema W. Estas coordenadas estão relacionadas pelas expressões:

$$(1) \quad x' = (x - vt):R; \quad y' = y; \quad z' = z; \quad t' = (t - vx/c^2):R.$$

O valor de R é dado por  $R = \sqrt{1 - v^2/c^2}$  ( $c = 3,0 \times 10^{10}$  cm/s — vel. de propagação da luz no vácuo). Tem-se ainda que  $1' = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ . Pelos dados do problema sabe-se que  $1' = 0,81$ ; logo  $0,8 = \sqrt{1 - v^2/c^2}$  donde se tira para  $v$  o valor de  $v = 0,6c = 0,6 \times 3 \times 10^{10}$  cm/s.

Substituindo valores em (1) vem:

$$x' = -2,25 \times 10^{10} \text{ cm}; \quad y' = 0 \text{ cm}; \quad z' = 0 \text{ cm}; \quad t' = 1,25 \text{ seg.}$$

Resoluções de GLAPHYRA VIEIRA

## 6. PROBLEMAS DA INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA

### IMPIANTO AD ALTA TENSIONE PER RICERCHE SULL'ATOMO

L'imponente sviluppo subito dalla fisica nucleare negli ultimi 15 anni, è in gran parte legato allo sviluppo di macchine capaci di produrre fascetti di particelle di dimensioni subatomiche dotate di elevata energia.

Nella maggior parte dei casi sono queste particelle veloci che vengono impiegate come proiettili per provocare la trasmutazione di un nucleo in un altro il quale, a seconda dei casi, potrà poi essere stabile o radioattivo.

In altri casi, più che il processo di trasmutazione nucleare in se stesso, ciò che interessa sono le particelle o le radiazioni che vengono emesse durante il processo medesimo: esempi tipici sono la emissione di neutroni da parte di elementi leggeri bombardati con deutoni o nuclei di idrogeno pesante, e la emissione di raggi  $\gamma$  duri i da parte di elementi leggeri bombardati con protoni o nuclei di idrogeno leggero.

Per lo studio di quasi tutti i capitoli della fisica nucleare è dunque necessario potere disporre di acceleratori di particelle di dimensioni subatomiche, i quali potranno essere, a seconda dei casi, di tipo e costruzione assai diverse.

Tali macchine si possono dividere in due categorie, a seconda che esse debbono servire ad accelerare particelle leggere, ossia elettroni

o particelle pesanti, ossia protoni, deutoni, nuclei di elio, ecc. E'infatti essenziale tener presente che, a causa del diverso valore della massa di riposo, le correzioni relativistiche sono già assai rilevanti per elettroni dotati di una energia di mezzo milione di elettron volt, mentre un protone raggiunge una analoga situazione solo ad una energia di circa un miliardo di elettron-volt.

Per l'accelerazione di particelle leggere, possono venire impiegati l'acceleratore lineare, il betatrone e il sincrotrone; per le particelle pesanti l'acceleratore lineare il ciclotrone e il ciclotrone modulato in frequenza.

Al giorno d'oggi vengono costruiti, specialmente negli Stati Uniti, betatroni, sincrotroni e ciclotroni modulati in frequenza, capaci di fornire particelle dotate di energie di qualche centinaio di milioni di elettron-volt. La costruzione di tali macchine colossali presenta l'inconveniente di imporre un assai elevato costo e di richiedere il superamento di difficoltà tecniche piuttosto rilevanti.

Nonostante però che le massime energie raggiunte al giorno d'oggi siano così elevate, anche le macchine capaci di fornire particelle dotate di soltanto qualche milione di elettron-volt possono essere di una grande utilità, nel senso che permettono di fare della buona ricerca.