

desenvolvido no calorímetro: 2160 cal; elevação de temperatura da água: 10,8 °C.

II — Faça uma exposição sobre o assunto a seguir indicado, não devendo deixar de referir-se às questões mencionadas nas alíneas.

Transformações recíprocas de energia mecânica e calorífica.

- a) Determinação do equivalente de Joule.
- b) Máquinas térmicas.

L. D. F. L. — Outubro de 1946

38 — I — a) O motor de um comboio eléctrico fornece a potência mecânica de 24 Kw e é percorrido por uma corrente de 500 volts. Sendo o seu rendimento de 80%, calcule a intensidade da corrente que o percorre.

b) Se uma corrente com a intensidade igual a 0,1 da anterior atravessar, durante 10 m. um fio de resistência 6 ohms, diga qual o estado físico e a temperatura deste depois da passagem da corrente, conhecendo as seguintes características:

massa do fio	400	g
temperatura inicial	20°	C
temperatura de fusão	300°	C
temperatura de ebulição	2000°	C

calor específico correspondente ao estado sólido	0,03	cggc
calor específico correspondente ao estado líquido	0,04	cggc
calor de fusão	5	p.c.
$J=4,18$ joules		

Admita que todo o calor desenvolvido é absorvido pelo fio.

c) Se a quantidade de calor desenvolvida no fio se convertesse totalmente em trabalho quantas unidades métricas de trabalho se obteriam? R: a) 60 amperes.

b) *Calor desenvolvido pela corrente:* 31104 cal; *calor para fundir o fio:* 2000 cal; *calor para aquecer até o ponto de ebulição:* 27200 cal; *total das três últimas parcelas:* 32560 cal. O metal do fio ficou fundido à temperatura de 1910,87 °C.

c) 13281,4 kgm.

II — *Corrente alterna.*

a) Descrição de um dispositivo que produza estas correntes e explicação do seu funcionamento. Características das correntes alternas.

b) Dedução da fórmula de Ohm modificada de modo a poder aplicar-se a estas correntes.

Resoluções de RÔMULO DE CARVALHO

5. EXAMES UNIVERSITÁRIOS

PONTOS DE EXAMES

F. C. P — 2.º Exame de frequência de Física F. Q. N.
—1945-46.

75 — O que é um som? Como e onde se propaga? Escreva as fórmulas de Newton e de Laplace e diga o significado das letras que nelas entram.

76 — Qual a diferença essencial entre as teorias da audição de Helmholtz e de Békésy?

77 — Diga o significado das letras que entram na expressão de Lagrange-Helmholtz $n'y\alpha = n'y'\alpha'$ e escreva as expressões analíticas das ampliações angular e transversal.

78 — Um indivíduo usa lentes divergentes de $-0,4$ D para ver ao longe e lentes convergentes de $+1$ D para ver ao perto. Pergunta-se: a) Que defeito de visão tem? b) Quais as distâncias dos pontos próximo e remoto, sem lunetas? c) Qual a sua amplitude de acomodação? R: a) *miopia e presbitia*;

b) $\delta_p = -0,4$ D, $\delta_r = +0,4$ D; $M = 1/0,4 = 2,5$ metros $\delta_{p1} = +1$ D; $\delta_p + \delta_{p1} = 4$ D; $\delta_r = 3$ D, $m = 1/3 = 0,33$ metros As distâncias dos pontos próximo e remoto sem lunetas são respectivamente $m = 0,33$ e $M = 2,5$ metros.

c) A amplitude de acomodação é $A = \delta_p - \delta_r = 3 - -0,4 = 2,6$ D.

79 — Exponha sucintamente o que sabe sobre visão diurna e noturna e sobre visão das côres.

80 — Descreva os órgãos essenciais dum galvanómetro e explique sucintamente o seu funcionamento. Faça um esquema das ligações entre um aparelho de medida e respectivamente com um Shunt e com uma resistência adicional e diga qual a utilidade de cada um destes.

81 — Exponha sucintamente o que sabe sobre excitação eléctrica dos tecidos dando as noções de corrente de acção, de cronoxia e de reobase.

82 — Refira-se teoricamente à emissão de raios X e estabeleça a relação de Duane e Hunt. Exponha o que sabe sobre absorpção dos raios X pela matéria.

83 — Qual a expressão analítica da lei de transformação duma substância radioactiva? Como define «constante radioactiva» e «período»?

84 — Diga como são geralmente empregadas em terapêutica as substâncias radioactivas, quais os efeitos fisiológicos produzidos e enuncie a lei de Bergonié e Triboudeau.

85 — O que é diatermia? Quais os órgãos essenciais dum aparelho de diatermia? Descreva a experiência de Bordier com a clara de ovo.

Resoluções de CARLOS BRAGA

F. C. P. — 2.º Exame de frequência de Acústica, Óptica e Calor — 1945-46.

86 — Estabeleça sumariamente, as condições em que um prisma tem foco.

87 — Represente esquematicamente a disposição para reproduzir anéis de Newton e calcule o diâmetro dos anéis.

88 — Represente um esquema do termómetro de Jolly e estabeleça a equação termométrica.

89 — Diga como se determina o calor específico de um líquido e escreva a equação calorimétrica.

90 — Um sistema acromático, de distância focal $f=0,5$ m, consiste em uma lente biconvexa de crown e outra plano-convexa de flint, cujo raio de curvatura r' é igual a um dos raios da lente biconvexa. Para os raios vermelhos e violetas, os índices de refração são: no crown $n_r=1,526$ e $n_v=1,547$ e no flint $n_r'=1,628$ e $n_v'=1,621$. Calcular o valor dos raios r e r' . R: Visto o sistema ser acromático temos as seguintes equações: $1/f=(n_r-1)(1/r+1/r')+(n_v-1)(1/\infty+1/r')=1/0,5$ $1/f_v=(n_v-1)(1/r-1/r')+(n_v'-1)(1/\infty+1/r')=1/0,5$. Donde: $0,263(1/r+1/r')+0,314/r'=1$ e $0,2735(1/r+1/r')+0,3105/r'=1$. Vem finalmente $r=1,2$ m e $r'=0,436$ m.

91 — Um barómetro está provido de uma escala de latão correcta para $t'=15$ °C. Fêz-se uma leitura à temperatura $t=30$ °C, a qual deu $b=742$ mm de Hg. Reduzir esta leitura a 0 °C, sabendo que o coeficiente de dilatação aparente do mercúrio é $K=1815 \times 10^{-7}$ e o coeficiente de dilatação do latão é $K'=192 \times 10^{-7}$. R: Designemos por L_t, L'_t, L_0 e por l_t, l_r, l_0 as alturas respectivamente para o mercúrio e para o latão. À temperatura $t=30$ °C, a altura real do mercúrio é igual à altura real da divisão da escala que o enfrenta, logo $L_t=l_t$ (1).

A altura lida é nominal e não real. Só seria verdadeira para $t'=15$ °C; portanto $L'_t=742=l_r$ (2).

Temos pois da equação (1): $L_0(1+Kt)=l_0(1+K't)$ donde $L_0 \approx l_0[1+(K'-K)t]$, e da equação (2) tiramos o valor de $l_0=l_r/(1+K't)$ que substituído em L_0 vem finalmente $L_0 = [1 + (K' - K)t] \times l_r / (1 + K't)$ que por substituição dá $L_0 = [1 + 1623 \times 10^{-7} \times 30] \times 742 / (1 + 192 \times 10^{-7} \times 15) = 741,4$ mm Hg.

Resoluções de LUIS SILVA

F. C. L.—Física F. Q. N. 2.º Exame de frequência — 1945-46.

92 — a) Enuncie a lei do efeito foto-eléctrico inverso (lei de Duane e Hunt) e dê a sua interpretação física.

b) O trabalho de extracção dos electrões do nível k de certo metal é 349×10^{-17} Joules. Calcule o potencial mínimo a que deve trabalhar uma ampola de raio X para emitir radiações com energias suficientes para produzir efeito foto-eléctrico neste nível. R: A partir de $hf=eV=W$ obtêm-se

$$V = \frac{W}{e} = \frac{349 \times 10^{-17}}{1,601 \times 10^{-19}} = 218 \times 10^2 \text{ Volts}$$

e — carga do electrão, o seu valor no sistema Giorgi é $1,601 \times 10^{-19}$ Colombs.

93 — a) Escreva a lei geral da absorção duma radiação monocromática indicando o significado de cada um dos símbolos da referida fórmula. b) Pretende-se irradiar a pele de um doente aplicando-lhe uma certa dose de raio X. O raio X utilizado tem em média um coeficiente linear de $0,44 \text{ cm}^{-1}$. Calcule a distância máxima a que se deve colocar o foco de uma ampola de raio X para que os tecidos que se encontram à profundidade de 3 cm não recebam uma intensidade superior a 10% da intensidade na pele. R: A expressão exponencial:

$$I_c = I_p \frac{d^2}{d+p} e^{-\mu p} \quad (1)$$

relaciona a intensidade I_p com a intensidade I_r da radiação que atinge respectivamente a superfície da pele e o órgão considerado; d → distância do foco da ampola de raio X à superfície da pele; p → distância da superfície da pele ao órgão; μ → coeficiente médio de absorção linear dos tecidos entre a pele e os órgãos e e base dos logaritmos neperianos. Fazendo em (1) $d^2/(d+p)^2 = a$ obtém-se $I_r = I_p a e^{-\mu p}$ portanto $\log(a I_p/I_r) = \mu p \times 0,4343 = 0,5733$ donde a $I_p/I_r = 3,75$ ou ainda $a = 0,375$. De $d/(d+p) = \sqrt{0,375}$ vem finalmente $d = 4,6$ cm.

94 — a) Descreva e explique o funcionamento de uma câmara de ionização. b) Defina a unidade Roentgen (r).

F. C. L.—Curso Geral de Física — 2.º exame de frequência — 1945-46.

95 — Calcular a variação de energia interna de uma molécula-grama de hidrogénio inicialmente nas condições, normais de pressão e temperatura, quando o seu volume duplica isobàricamente. Considere-se o hidrogénio um gás perfeito. R: $\Delta U = W + Q$ em que $W = -\int_{v_1}^{v_2} p dv = -p(v_2 - v_1)$ e como $v_2 = 2v_1$ tem-se que $W = -pv_1 = 1013 \times 10^3 \times 10^{-7} \times 22414 = 2271$ J. e $Q = mc_p(T_2 - T_1)$; como o hidrogénio é biatómico $m = 2g$, $c_p = 3,41 \text{ cal/g/gra}$ (tabelas); $T_1 = 273^\circ \text{ K}$ e $T_2 = pv_2/nR = 1013 \times 10^3 \times 2 \times 22414 / 8,314 \times 10^7 = 545^\circ \text{ K}$, logo $Q = 1855 \text{ cal} = 1855 \times 4,18 = 7754$ J.. Vem, finalmente, para a variação da energia interna do sistema nas condições consideradas $\Delta U = -2271 + 7753 = 5482$ J.

F. C. L. — Termodinâmica — Exame final — 2.ª chamada (16 de Julho de 1946).

96 — a) Defina título dum vapor húmido e estabeleça a expressão que dá o Calor específico dum vapor saturado a uma dada temperatura.

b) Dê a representação do ciclo misto nos diagramas de Clapeyron e entrópico e indique as suas diferentes fases.

97 — a) Enuncie o princípio de De Chatelier e aplique-o ao estudo da variação de equilíbrio dum sistema gasoso que sofre uma variação de pressão à temperatura constante.

b) Estabeleça a lei de Kirchoff que relaciona o poder emissivo e absorvidade duma substância, e indique alguma das suas mais importantes consequências.

98 — Calcule o título dum vapor de água húmido para que seja nula a q. d. c. absorvida na passagem a título constante da temperatura de 20 °C à temperatura de 80 °C. R: A entropia da unidade de massa de um vapor de título x à temperatura T é dada por: $S = \int_{273}^T c_s \frac{dT}{T} + \frac{Lx}{T}$ (1). Quando se passa de um estado inicial de variáveis T_1, L_1, x_1 para um estado final de variáveis T_2, L_2, x_2 obtêm-se duas expressões análogas a (1) para S_1 e S_2 . No nosso caso pretendemos que a transformação seja adiabática, logo $S_1 = S_2$ ou $c_s \log(T_1/273) + L_1 x_1 / T_1 = c_s \log(T_2/273) + L_2 x_2 / T_2$ ou ainda $L_2 x_2 / T_2 = L_1 x_1 / T_1 + c_s \log(T_1/T_2)$. Como a passagem da temperatura T_1 à temperatura T_2 se faz a título constante $x_1 = x_2 = x$, podemos ainda escrever $x(L_2/T_2 - L_1/T_1) - c_s \log(T_1/T_2)$ donde

$$x = c_s \log(T_1/T_2) / (L_2/T_2 - L_1/T_1) = 0,41.$$

Os valores de L_1 e L_2 calculam-se a partir da fórmula de Regnault $L = 796 - 0,695 T$ e c_s — calor específico do líquido de saturação entre T_1 e T_2 que, para a água, entre 0° e 200 °C tem o valor aproximadamente constante 2,02 cal/g/grau.

Outra resolução deste problema:

O título de um vapor húmido é dado por $x = m_1/m$ em que $m = m_1 + m_2$ (m_1 — massa do vapor seco e m_2 —

→ massa do líquido contido na massa m do vapor húmido). A quantidade de calor absorvida para a transformação a título constante é $Q = Q_1 + Q_2$ em que

$$Q_2 = \int_{T_1}^{T_2} m_2 c_s dT \quad e \quad Q_1 = \int_{T_1}^{T_2} (m_1 c'_s dT); \quad c'_s = c_s + 796/T \text{ cal/g/grau, e o significado de } c_s \text{ é dado acima.}$$

$$\text{Substituindo valores vem para } Q_2 = m_2 \times 1,02 \times 60 = 61,2 m_2 \text{ cal e } Q_1 = m_1 \int_{T_1}^{T_2} (c_s - 796/T) dT = -87 m_1 \text{ cal.}$$

Como $x = m_1/(m_1 + m_2)$ ou $x m_2 = (1-x)m_1$ e se pretende que seja $Q_1 + Q_2 = 0$ vem $87 m_1 = 61,2 m_2$ ou ainda $x/61,2 = (1-x)/87$ donde se tira $x = 0,41$.

99 — Calcular a quantidade de calor cedida por ciclo à origem fria por uma máquina de vapor de potência de 10 Cv que dá 1800 rot/min e cujo rendimento é de 10%. R: O rendimento de uma máquina térmica é dado por $\eta = W/Q_1 = (Q_1 - Q_2)/Q_1 = 1 - Q_2/Q_1$. Pelos dados do problema tem-se $Q_1 = 7350/0,1 \times 4,18 \text{ cal}$ e $Q_2 = 0,9 Q_1$. Como se trata de uma máquina a 2 tempos a cada rotação corresponde 1 ciclo; portanto 1800 rot em 60 s → 30 rot/s → 30 ciclos/s.

O calor absorvido por ciclo na origem quente é $7350/30 \times 0,418 \text{ cal/ciclo}$ donde resulta para a quantidade de calor cedida por ciclo à origem fria o valor $0,9 \times 7350/30 \times 0,418 = 527,5 \text{ cal/ciclo}$.

100 — Calcular o tempo para que um corpo negro de 10 cm² de área e 10 cal/g de capacidade calorífica isolado no espaço vazio, arrefeça de 227 °C a 27 °C. R: A variação de energia dW sofrida por um corpo de capacidade calorífica mc para a variação de temperatura dT é dada por $dW = mc dT$ e a energia total emitida pelo corpo negro de superfície s e à temperatura T no intervalo de tempo dt é expressa por $dW = Es dt$ em que $E = \sigma T^4$ (lei de Stefan), portanto $dW = \sigma T^4 s dt$. Igualando os dois valores de dW vem: $\sigma T^4 s dt = mc dT$ donde se tira $dt = mc/\sigma s$. dT/T^4 ou $\int dt = \frac{mc}{\sigma s} \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T^4}$ ou ainda $\Delta t = mc/\sigma s [-\frac{1}{3} T^{-3}]_{T_1}^{T_2}$.

Substituindo valores e efectuando as operações vem finalmente $\Delta = 4,18 \times 10^7 \times 10 / 5,735 \times 10^{-5} \times 10^3 \times 1/3 [-1/500^3 + 1/300^3] = 7,04 \times 10^3 \text{ s}$.

Resoluções de GLAPHYRA VIEIRA

6. PROBLEMAS DA INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA

DE LA FÍSICA A LA BIOLOGIA

El eminente físico Erwin Schrödinger aborda temas biológicos

Este trabajo me ha sido sugerido por la lectura del libro titulado «Qué es la vida?» («Wath is life?») escrito por Schrödinger, el genial fundador de la moderna mecánica de ondas y muy conocido entre los físicos espa-

ñoles porque en diferentes ocasiones ha sido nuestro huésped y nos ha favorecido con las primicias de algunas de sus publicaciones. Actualmente es Professor de la Universidad de Dublin, y el libro a que nos referimos, publicado por la imprenta de la Universidad de Cambridge, contiene las conferencias que,