

$$0,80 = \frac{P_u}{36 \times 10^4}$$

a)
$$P_u = 28,8 \times 10^4 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$$

$$= 38,4 \times 10^2 \text{ c. v.}$$

b)
$$P_u = 28,8 \times 9,8 \times 10^4 \text{ W}$$

$$= 282 \times 10^4 \text{ W}$$

$$P = VI$$

$$I = \frac{282 \times 10^4}{3 \times 10^3} = 94 \times 10 \text{ A.}$$

148 — Faça um esquema representando um dínamo de excitação em derivação, em funcionamento, e exponha em que consiste. O que é um dínamo? Como se chamam as correntes obtidas? Em que condições se formam? Como se realizam essas condições no dínamo? De que depende a força eléctro-motriz do dínamo? Demonstre a sua afirmação.

149 — O que é impedância? Porque temos necessidade da noção de impedância? Partindo da noção de potência, torne extensiva a lei de Ohm à corrente alterna que atravessa uma bobina.

150 — O que entende por degradação de energia? Enuncie o princípio de Carnot e obtenha dele consequências que interessam ao estudo da máquina a vapor.

151 — Enuncie e demonstre o teorema das forças vivas.

Exames de aptidão para frequência da licenciatura em Ciências Geológicas e Ciências Biológicas — Ano de 1952.

Ponto n.º 1

I

152 — Em que condições se produzem *correntes de indução*? Descrever experiências que sirvam para

demonstrar a formação dessas correntes e enunciar as leis que as regem.

153 — Como é constituída a *máquina de indução de corrente contínua*? Descrever os diferentes tipos de excitação nos dínamos e fazer um esquema de cada tipo.

154 — Um motor eléctrico, alimentado por corrente contínua de 220 volts, acciona uma bomba que extrai 20 litros de água por segundo de um poço com 10 metros de profundidade. Calcular a intensidade da corrente consumida pelo motor, sabendo-se que o rendimento do conjunto motor-bomba é de 80 %.

R:
$$g = 9,8 \text{ m/s}^2.$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_m}$$

$$P_u = \frac{mgh}{t} = 20 \times 9,8 \times 10 = 19,6 \times 10^2 \text{ W}$$

$$0,80 = \frac{19,6 \times 10^2}{P_m}$$

$$P_m = 24,5 \times 10^2 \text{ w}$$

$$P_u = VI$$

$$24,5 \times 10^2 = 220 \times I$$

$$I = 1,1 \text{ A.}$$

II

155 — Enunciar o *princípio de Carnot-Clausius* e escrever a expressão do rendimento máximo de uma máquina térmica.

156 — Deduzir as condições em que se pode beneficiar o rendimento de uma máquina térmica por variação das temperaturas das fontes quente e fria.

157 — Descrever sumariamente o funcionamento do *motor Diesel* a quatro tempos. Que vantagens tem este motor sobre o motor de explosão?

L. M

EXAMES UNIVERSITÁRIOS

Certificado de ELECTRÓNICA E RADIOACTIVIDADE — Instituto do Rádio Sorbonne-Paris — Junho 1952 — duração da prova: 3 horas.

Ponto n.º 1

I — *Electrónica.*

298 — Indicar os métodos de medida das correntes de ionização nos gases a fim de medir as intensidades de radiação das fontes radioactivas. Unidades empregadas: ordem de grandeza das correntes. Poderá haver interesse em empregar câmaras de ionização contendo um gás raro; a natureza do gás ou a sua pureza serão indiferentes? R: *Consultar por exemplo, o tratado de*

M.^{me} Pierre Curie, «Radioactivité» (Hermann 1935) ou «Radiations from radioactive substances» de Rutherford, Chadwick e Ellis (Cambridge 1930).

II. — *Radioactividade.*

299 — Um feixe de partículas α de intensidade 1 microampere é acelerado num aparelho tipo Van der Graaf sob a tensão de 2, 5 M. V. Qual é a velocidade destas partículas no fim da aceleração? R: *É válida a aproximação não relativista; logo $E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 = eV$. Tendo em conta a relação de equivalência,*

$$1 \text{UMN} = \frac{1}{6,0256} 10^{-23} \text{ g} = 1,659 \cdot 10^{-27} \text{ kg},$$

obtém-se

$$v_0 = 1,56 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}.$$

300 — O feixe é desviado de 60° pela passagem no entre-ferro de um electro-ímã de peças polares circulares com 20 cm. de raio.

O ponto de entrada e o ponto de saída são diametralmente opostos e admite-se que o campo é uniforme no entre-ferro e nulo no exterior. Qual a intensidade do campo magnético? R: Supondo o feixe deslocando-se normalmente à direcção do campo estabelecido no entre ferro tem-se (ainda dentro da aproximação não relativista), $B = \frac{mv}{Re}$ em que R representa o raio da trajectória e e a carga eléctrica da partícula.

Mediante considerações geométricas simples estabelece-se que o raio da trajectória vale 40 cm. No sistema E. M. C. G. S. ter-se-á então $B = H = 16100$ gauss.

301 — Antes da passagem do feixe no campo magnético intercala-se na parte rectilínea da trajectória uma folha de berílio de massa superficial $0,75$ mg por cm^2 e verifica-se que para manter o feixe na sua trajectória inicial, é preciso diminuir o campo magnético inicial de 400 gauss. Pede-se o poder de retardamento atómico (pouvoir de ralentissement atomique) do berílio correspondente à energia considerada. R A energia inicial do feixe, E_0 , dada por 1) é igual a $8 \cdot 10^{-13}$ Joules.

A energia do mesmo feixe depois de ter atravessado écran, E, obtém-se mediante a fórmula precedente $B_1 \frac{mv_1}{Re}$ substituindo H pelo seu novo valor $H_1 = 15700$ gauss.

Do valor $v_1 = 1,51 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$ obtido deduz-se o valor $E_1 = 7,63 \cdot 10^{-13}$ Joules pela expressão $E_1 = \frac{1}{2} mv_1^2$.

Por outro lado o número de átomos contidos em 1 cm^3 do écran de berílio é dado pela proporção

$$9 \text{ g} \frac{\text{-----}}{6,025 \cdot 10^{23}}$$

$$\frac{0,75 \cdot 10^{-3}}{\Delta x} \text{ g/cm}^3 \text{ ----- } \rho$$

$$\rho = \frac{5,02 \cdot 10^{19}}{\Delta x} \text{ átomos cm}^{-3}$$

onde Δx representa a espessura constante da folha, expressa em cm.

O coeficiente de retardamento atómico é definido pela expressão

$$\frac{1 dE}{\rho dx} \approx \frac{1 \Delta E}{\rho \Delta x} = \frac{8,00 - 7,63}{5,02 \cdot 10^{19}} \cdot 10^{-13} =$$

$$= 7,5 \cdot 10^{-34} \text{ Joules cm}^{-2} = 4,69 \cdot 10^{-13} \text{ eV cm}^{-2}.$$

302 — Qual a reacção que se produz na folha de berílio?

A que tipo de partículas dá ela origem e qual a sua intensidade sabendo que a secção eficaz da reacção é igual a $0,40 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^2$. Equivalência da energia à unidade da massa

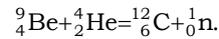
$$1 \text{UMN} = 931 \text{ MeV}$$

$$e = 4,80 \cdot 10^{-10} \text{ UES} = 1,60 \cdots 10^{-20} \text{ UEM} =$$

$$= 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ coulomb}$$

$$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-12} \text{ erg.} \quad Be = 9.$$

R: Na folha dá-se uma transmutação do tipo (α, n):



O número de neutrões emitidos é igual ao número de heliões captados pelos núcleos de berílio no mesmo intervalo de tempo. Este número é dado pela expressão

$$dN = \sigma \rho N dx$$

onde σ representa a secção eficaz da reacção considerada correspondente à energia inicial das partículas incidentes, N a intensidade inicial do feixe de partículas α e ρ tem o significado atrás indicado.

A intensidade N é dada pelo cociente

$$\frac{10^{-6}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ part. } \alpha / \text{s.}$$

No sistema Sommerfeld-Giorgi teremos

$$dN = 0,40 \cdot 10^{-28} \cdot \frac{5,02 \cdot 10^{25}}{\Delta x} \cdot \frac{10^{-6}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \Delta x =$$

$$= 6,2 \times 10^9 \text{ part. } \alpha \text{ capt. por s.}$$

Então

$$I_n = 6,2 \cdot 10^9 \text{ } {}^1_0\text{ns}^{-1}$$

Ponto n.º 2

I — Tema de desenvolvimento.

303 — Depósitos activos de evolução rápida nas três famílias. R: Consultar o livro de curso de $M.^{me}$ Jolliot-Curie, «Les radioéléments naturels» (Hermann, 1946), onde vem tratada esta questão.

II — Problema.

304 — Um suporte plano n.º 1 colocado numa atmosfera de radão recolhe uma vez estabelecido o estado de regime um milésimo do depósito activo total de evolução rápida contido no radão cuja quantidade é de um curie. O suporte é colocado numa câmara de ionização. Estudar a evolução da corrente de saturação em função do tempo tendo em conta apenas o poder ionizante dos raios α e desprezando o dos raios β e γ . R: O depósito activo de «evolução rápida» é constituído pelos corpos A, B, C, C' e C''. No caso presente limitar-nos-emos a considerar Ra A, Ra B, Ra C e Ra C' desprezando a emissão α do Ra C' \rightarrow Ra C'' (apenas 0,4 % do número total de átomos de Ra C transformados).

O equilíbrio de regime entre o Rn puro e os seus descendentes estabelece-se ao fim de cerca de 3 horas,

isto é uma vez decorridos sete períodos do Ra B ($T_{Ra B} = 26$ m) que é o descendente com o maior período.

Uma vez estabelecido o equilíbrio de regime o número de átomos destruídos na unidade de tempo da substância mãe e de cada um dos descendentes é o mesmo:

$$\lambda_{Rn} N_{Rn} = \lambda_{Ra A} N_{Ra A} = \lambda_{Ra B} N_{Ra B} = \lambda_{Ra C} N_{Ra C}.$$

Isto é uma consequência do período do Rn ser muito maior que o de qualquer dos seus descendentes ($T_{Rn} = 3,8$ d.).

No caso presente este número é igual a $3,7 \cdot 10^7$ átomos s^{-1} , a que corresponde um número igual de raios emitidos pela substância mãe ou qualquer dos descendentes.

Em média, porém, metade dos raios emitidos pelo depósito activo são inteiramente absorvidos pela massa do suporte (despreza-se o efeito de retro-difusão dos raios α pelo écran o qual faz com que alguns deles sejam apenas parcialmente absorvidos pelo mesmo e o restante pelo ar. Este efeito faz portanto aumentar o número de iões produzidos no ar).

O número total de pares de iões produzidos nestas condições é:

$$N = \frac{3,72 \cdot 10^7}{2} (1,72 + 2,20) \cdot 10^5 = 7,29 \cdot 10^{12} \text{ pares de iões por s.}$$

Portanto no final da activação, temos uma corrente de saturação constante enquanto estiver o Rn em equilíbrio com os seus descendentes tal que

$$I_s^0 = 7,29 \cdot 10^{12} \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,17 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 1,17 \text{ } \mu\text{A.}$$

Uma vez retirada a placa do contacto com o radão desfaz-se o equilíbrio e a corrente começa por diminuir muito rapidamente devido ao curto período do Ra A. Ao fim de 20 m. todos os átomos do Ra A se transformaram praticamente em Ra B e como este não é emissor α a corrente reduz-se à contribuição dos átomos de Ra B e Ra C transformados em Ra C'.

Estabelece-se o equilíbrio de regime entre o Ra B, Ra C e Ra C', decrescendo a actividade com o período do Ra B.

A razão do número de raios α emitidos pelo Ra C e Ra B é:

$$\frac{\lambda_{Ra C} N_{Ra C}}{\lambda_{Ra B} N_{Ra B}} = \frac{T_{Ra B}}{T_{Ra B} - T_{Ra C}} = \frac{26}{26 - 19} = 3,8.$$

Como $T_{Ra C} \gg T_{Ra C'}$ tem-se que $\lambda_{Ra C} N_{Ra C} = \lambda_{Ra C'} N_{Ra C'}$ e portanto

$$\frac{\lambda_{Ra C'} N_{Ra C'}}{\lambda_{Ra B} N_{Ra B}} = 3,8$$

razão que se mantém constante até à destruição completa do Ra B cerca de 3 horas depois. ($T_{Ra B} = 26$ m).

305 — Isola-se uma quantidade de Ra B puro, igual a um milicurie que se colocou sobre um suporte

plano n.º 2. Estudar a evolução da actividade nas mesmas condições que no suporte n.º 1. R: Neste caso o equilíbrio de regime estabelece-se apenas entre o Ra B, Ra C e Ra C'

Inicialmente tem-se $\lambda_{Ra B} N_{Ra B} = 3,72 \cdot 10^7$ raios α s^{-1} e $\lambda_{Ra C} N_{Ra C} = \lambda_{Ra C'} N_{Ra C'} = 3,8 \lambda_{Ra B} N_{Ra B}$.

O número de pares de iões recebidos inicialmente na câmara de ionização é portanto

$$N = \frac{3,72 \cdot 1,72 \cdot 10^{12} + 14,1 \times 2,20 \cdot 10^{12}}{2} = 1,87 \cdot 10^{13}$$

pares de iões s^{-1} em que o factor 1/2 aparece pela mesma razão apontada em 1).

A corrente de saturação inicial é portanto

$$I_s^0 = 1,87 \cdot 10^{13} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,99 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 2,99 \text{ } \mu\text{A.}$$

A corrente de saturação diminui a partir deste valor segundo o período do Ra B desaparecendo praticamente toda a actividade do depósito activo de evolução rápida ao fim de 3 horas $\approx 7 T_{Ra B}$.

306 — Expressar em curies a quantidade de Ra D que se encontra ao fim de 3 horas sobre o suporte 2. R: Ao fim de 3 h todo o Ra B se transformou praticamente em Ra D (fica apenas $\left(\frac{1}{2}\right)^7 = 0,7$ %).

Ter-se-á portanto

$$N_{Ra B}(t = 0) = N_{Ra D}(t = 3 \text{ h}).$$

Mas

$$\lambda_{Ra B} N_{Ra B} = 10^{-3} \text{ curies. Logo}$$

$$N_{Ra D} = \frac{10^{-3}}{\lambda_{Ra D}} \text{ e por consequência}$$

$$\lambda_{Ra D} N_{Ra D} = \frac{T_{Ra B}}{T_{Ra D}} 10^{-3} = 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ curies.}$$

307 — Calcular a corrente de saturação devida ao polónio presente no fim de 140 dias sobre o suporte 2 desprezando a formação intermédia do Ra E.

Desprezar-se-á a ramificação α do Ra C.

Períodos:

$$\begin{array}{ll} Ra A = 3 \text{ m.} & Ra D = 22 \text{ a.} \\ Ra B = 26 \text{ m.} & Po = 140 \text{ d.} \\ Ra C = 19 \text{ m.} & Ra = 1600 \text{ a.} \end{array}$$

Número de pares de iões produzidos no ar por um raio α completamente absorvido

$$\begin{array}{ll} Ra A = 1,72 \cdot 10^5 & Po = 1,53 \cdot 10^5 \\ Ra C = 2,20 \cdot 10^5 & \end{array}$$

R: O Ra D, Ra E e Po constituem o depósito activo de evolução lenta. No caso presente despreza-se a formação do Ra E cujo período, $T_{Ra D} = 5 \text{ d} \ll T_{Po}$. Tudo se passa portanto como se se tratasse do equilíbrio entre o Ra D e Po.

Como $T_{Ra D} \gg T_{Po}$ tem-se

$$(\lambda_{Po} N_{Po})_t = (\lambda_{RaA} N_{RaD})(1 - e^{-\lambda_{Po} t})$$

Para $t = T_{Po}$ tem-se $e^{-\lambda_{Po} T_{Po}} = \frac{1}{2}$

$$(\lambda_{Po} N_{Po})_t = \frac{1}{2} (\lambda_{RaD} N_{RaD})_0 = 1,10 \times 10^{-9} \text{ curies.}$$

A esta actividade corresponde um número de pares de iões

$$N = \frac{1,1 \cdot 10^{-9} \times 3,72 \cdot 10^{10} \times 1,53 \cdot 10^5}{2} = 3,13 \text{ pares}$$

de iões s^{-1} e uma corrente de saturação de

$$I_s = 5,0 \cdot 10^{-13} \text{ A} = 5,0 \cdot 10^{-7} \mu\text{A.}$$

Resoluções de Sant'Ana Dionísio
bolseiro em Paris

F. C. L. — Curso Geral de Física — 1951-1952.

Ponto n.º 1

I

308 — Defina *valor médio* de uma função no intervalo de tempo $t' - t$; calcule o *valor eficaz* da função $y = \text{sen}(\omega t)$, sendo ω uma constante.

309 — Defina os operadores *gradiente* e *rotacional*.

310 — Defina *binário* e prove que o seu momento resultante é invariante.

II

311 — Estudo do movimento do ponto que tem aceleração constante.

312 — Cálculo do trabalho das forças de pressão.

313 — Teorema do movimento do centro de gravidade.

III

314 — Enuncie e prove o teorema de Huygens sobre o pêndulo.

315 — Estudo do pêndulo de torção.

316 — Cálculo do coeficiente de compressibilidade isotérmica de um gás que satisfaz a lei de Mariotte.

IV

317 — Estabeleça a equação de Laplace, (tensão superficial).

318 — Dilatômetro de haste.

319 — Cálculo da energia mecânica recebida pelo gás perfeito numa transformação isotérmica.

11. QUÍMICA

EXAMES DE ENSINO MÉDIO

Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em Ciências Matemáticas, Ciências Físico-Químicas e Ciências Geofísicas, preparatórios para as escolas militares e curso de engenheiros geógrafos — Ano de 1952.

100 — Dois óxidos dum elemento contêm 88,9 % e 94,1 % de oxigénio. Verifique a lei de Dalton. R: Com 100 g de oxigénio, combinam-se, nos dois óxidos, respectivamente: 12,5 g e 6,26 g do elemento. Estes dois números estão na razão de 2:1, de acordo com a lei de Dalton.

101 — Um composto gasoso tem por fórmula empírica CH_3 ; 1 grama deste gás ocupa, nas condições normais, 746 centímetros cúbicos. Qual é a fórmula molecular do gás? R: C_2H_6 .

$$(C = 12; H = 1).$$

102 — 2,02 gramas duma amostra de óxido de zinco comercial são dissolvidos em 50 centímetros de ácido sulfúrico normal. O excesso de ácido empregado foi neutralizado por 2,96 centímetros cúbicos de alcali 0,1372 normal. Calcular a percentagem de óxido de zinco na amostra. R: 99,4 % de OZn puro.

$$(O = 16; Zn = 65; S = 32; H = 1)$$

103 — Traduza por equações químicas a acção:

a) Do ácido sulfúrico sobre o cloreto de sódio.

b) Do ácido clorídrico sobre o bióxido de manganésio.

c) Do ácido clorídrico sobre o sulfureto ferroso.

d) Dos oxidantes sobre o álcool ordinário para obter aldeído e ácido acético.

104 — Escreva as fórmulas dos seguintes compostos: bióxido de bário, sulfureto de bismuto, sulfato de alumínio e glicerina.

Exames de aptidão para frequência da licenciatura em Ciências Geológicas e Ciências Biológicas — Ano de 1952.

105 — Enunciar a lei das proporções definidas (lei de Proust).

106 — 0,180 g dum liquido, que parecia ser clorofórmio puro, deu por análise 0,0135 g de carbono. Que conclusões pode tirar deste resultado experimental? R: O liquido contém apenas 0,134 g de clorofórmio puro.

107 — Escrever as fórmulas das seguintes substâncias: azoto, bióxido de manganésio, sulfato férrico, bicarbonato de bário e fosfato de zinco.