

Minneapolis, 27 de setembro de 1957

Exmo. Sr.

Prof. Francisco de A. Magalhães Gomes

Instituto de Pesquisas Radioativas

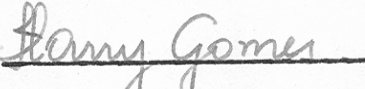
Avenida Santos Dumont, 174

Belo Horizonte.

Senhor Diretor.

Passo-lhe às mãos uma cópia de meu Relatório Final apresentado ao Conselho Nacional de Pesquisas assim como duas cópias fotostáticas de certificados de conclusão de cursos obtidos em consequência da bolsa que me foi concedida por aquele Conselho e, ainda, um exemplar do relatório final feito à International School of Nuclear Science and Engineering.

Aproveito a oportunidade para apresentar-lhe os protestos de minha estima e consideração


Harry Gomes

I - Viagens e período de adaptação

- 31 de agosto - Embarque no Rio de Janeiro.
- 1 de setembro - Chegada a New York.
- 2 de setembro - Viagem para Washington.
- 3 de setembro - Feriado
- 4 de setembro - Apresentação a International Cooperation Administration.
- 5 a 11 de setembro - Patrocinado pelo Washington International Center:
- a) Welcome and Introduction (palestra e discussão)
 - b) Home Hospitality, idem
 - c) American Customs, idem
 - d) Physical and Economic Geography of the United States, idem
 - e) Evening and Community Activities, idem
 - f) Social changes in American History, idem
 - g) America The Beautiful e Hoover Dam - filmes
 - h) Introduction to American Economic Problems; Labor Management Relations (palestra e discussão)
 - i) Visita a Comissão de Energia Atômica
 - j) Meet Your Federal Government e County Government - filmes
 - k) American Government: Local, State and National; American Political Parties
 - l) Volta de ônibus ao Capitólio, Suprema Corte, Livraria do Congresso e Galeria Nacional de Arte
 - m) The International Circle - convite a visitantes do estrangeiro para participarem de discussões informais
 - n) Passeio a Mont Vernon, incluindo ao Cemiterio e Túmulo do soldado Desconhecido, ao Anfiteatro de Arlington, a Alexandria

e Monumentos a Lincoln e Jefferson

- c) Health an Welfare (palestra e discussão)
- p) Religion in American Life, idem
- q) American Education: Elementary, Secondary and Higher; Public and Private, idem
- r) Civil Liberties, idem
- s) U. S. Foreign Policy and Its Formulation, idem
- t) Passeio em Washington (Universidades, Centros de Pesquisas, Museus etc).

Nesse período nos empenhamos junto a AEC para que nosso estágio fosse feito em Penn State (onde há um "swimming pool") ao invés de North Carolina State University (para onde tínhamos sido escolhido).

12 de setembro - Viagem para State College e apresentação.

13 a 16 de setembro - Período de adaptação em Penn State.

II - Cursos em The Pennsylvania State University

Primeiro período de aulas: 17 de setembro a 28 de outubro, 6 semanas, obedecendo ao seguinte programa semanal:

Física - 4 aulas teóricas e 3 horas de aula prática

Química e Radioquímica - 3 aulas teóricas e 3 horas de aula prática

Engenharia de Reatores - 3 aulas teóricas

Engenharia Química - 3 aulas teóricas

Metalurgia - 2 aulas teóricas e 4 horas de aula prática

Health Physics - 2 aulas teóricas

Nesse período fizemos a primeira visita ao reator.

Segundo Período de aulas: 29 de outubro a 17 de novembro, 3 semanas, obedecendo ao seguinte programa semanal:

Química e Radioquímica - 2 aulas teóricas e 3 horas de aula
prática

Física - 4 aulas teóricas e 3 horas de aula prática

Engenharia Química - 3 aulas teóricas

Metalurgia - 2 aulas teóricas e 4 horas de aula prática

Terceiro período de aulas: iniciado a 18 de novembro terminado a 16 de janeiro.

Nesse período teve início uma série de conferências patrocinada pela Westinghouse Electric Corporation. Todos os assuntos sobre os quais pretendiam discorrer foram apresentados primeiramente em cópias mimeografadas. Não foi possível, entretanto, apresentar todos verbalmente como se planejara de início. Os trabalhos mimeografados são os seguintes:

- | | |
|------------------------|--|
| A. R. Jones | - A Review on Power Reactors |
| W. H. Arnold | - Physics of Heterogeneous Reactor Design |
| J. R. Hulley | - Principles of Reactor Control |
| Dr. Claire P. Stanford | - Research and Testing Reactors |
| Dr. Maurice Griffel | - General Principles of Homogeneous Reactors |
| H. W. Graves, Jr. | - Radiation Shielding of Nuclear Reactors |
| Dr. Shepard Sarnoff | - Elements of Thermal and Physics Design of Nuclear Power Reactors |
| Dr. R. S. Shane | - Metallurgy of Nuclear Power Reactors |
| Dr. R. S. Shane | - General Considerations in the Choice of
Materials for Nuclear Power Reactors
(and) General Considerations of Corrosion |
| S. Canetti | - Reactor System Components |

R. C. Robinson - Control Rod Drive Mechanics

A última semana coube a General Electric Company com

E. L. Armstrong - Special Design Problems - Dresden Station

O programa semanal de aulas correspondente a esse período foi o seguinte:

Física - 3 aulas teóricas

Engenharia de Reatores - 3 aulas teóricas e 4 horas de aula prática

Engenharia Química - 3 aulas teóricas e 3 de aula prática

Metalurgia - 2 aulas teóricas e 4 horas de aula prática

As aulas teóricas tiveram a duração de 50 minutos

O assunto ministrado em Pennsylvania State University foi o seguinte:

ENGENHARIA DE REATORAS

Eletrônica - pelos profs. R. G. Cochran e W. W. Pratt

Aparelhos operadores e suas características. Estabilidade, tensões de entrada e saída, ganho, linearidade, resposta de frequência e contagem espúria.

Aparelhos amplificadores lineares. Preamplificador. Fontes de ruído. Relação sinal-ruído. Resolução dos impulsos.

Aparelhos de diferenciação. Estágios acoplados pelo cátodo. Par com realimentação simples. Realimentação com 3 tubos.

Sobrecarga do amplificador.

Discriminadores de amplitude. Circuito de Schmitt simples e modificadores.

Circuitos especiais. Flip-flop. "Recording circuits".

Suprimento de potência. Retificadores. Filtros. Circuitos estabilizados. Circuitos especiais. Caso de altas voltagens.

Temas diversos

Contadores. Características eletrônicas dos diversos tipos. Curvas.

Reatores - pelo prof. Remick

Reator Modelo I (infinito, homogêneo, uma velocidade, sem fonte, isotrópico, térmico). Balanço de neutrons. Fator de multiplicação. Utilização térmica. Criticalidade. Período.

Reator Modelo II (infinito, homogêneo, várias velocidades sem fonte e isotrópico). Espectro de energia dos neutrons de fissão. Balanço de neutrons. Equações que governam o choque elástico de partículas. Moderação no hidrogênio. Densidade de moderação. Moderação em meios diferentes do hidrogênio. Decréscimo logarítmico médio de energia por colisão. Moderação com absorção. Letargia. Probabilidade de escape à ressonância. Integral de ressonância efetiva. Fator de fissão rápida.

Reator Modelo III (finito, homogêneo, lento, uma velocidade). Balanço de neutrons. Densidade de corrente. Coeficiente de difusão. Equação de difusão. "Buckling" do material. Fronteiras extrapoladas. Caso do reator esférico. "Buckling" geométrico. Potência do reator. Reator com potência aproximadamente uniforme em todo o seu interior. Lâmina multiplicadora com espessura finita. Solução independente do tempo. Paralelepípedo retângulo. Cilindro finito. Fronteiras extrapoladas exatas.

Reator Modelo IV (caso mais geral). Equação de balanço dos neutrons. Equação da idade, de Fermi. Área de migração. Equação de balanço para dois grupos de neutrons. Expressão da criticalidade.

Sistemas heterogêneos - Sistemas refletidos: condições de contorno, economias nos reflectores finos e nos espessos, caso da esfera refletida.

Parte experimental

Medidas de fluxo

Medida das atenuações de raios gama e de neutrons térmicos

Moderação de neutrons em água

Operação do reator

FISICA NUCLEAR

Prof. R. G. Winter

Partículas carregadas eletricamente. O elétron, sua carga e sua massa.

Numero de Avogadro. Faraday. Radioatividade.

Métodos de detecção da radioatividade.

Átomo de Thomson e átomo de Rutherford.

Efeito fotoelétrico. Átomo de Bohr. Equação de De Broglie.

Equação de Schroedinger. Soluções particulares. Valores próprios e funções próprias. Princípio da incerteza de Heisenberg.

Introdução a teoria da relatividade restrita.

Neutron.

Energia de ligação dos átomos. Modelo da gotalíquida

Emissão α . Espectro de energia.

Emissão β . Espectro de energia. Neutrino. Captura K.

Forças nucleares. Meson.

Reações nucleares. Secção de choque. Núcleo composto. Equação de Breit-Wigner. Ressonância.

Barreira nuclear.

Fissão. Curva de distribuição dos produtos de fissão. Neutrons rápidos e neutrons retardados.

Teoria do transporte de neutrons. Equação de transporte.

Expansão em termos dos polinômios de Legendre. Expansão de Fourier.

Transporte de radiação.

Dedução da equação de transporte. Vetor densidade de fluxo.

Expansão segundo os polinômios de Legendre e harmônicos esféricos. Descomposição dos momentos.

Transformação de Fourier.

Passagem da solução correspondente a uma fonte pontual ao caso da fonte plana.

Aproximação da teoria da difusão.

Solução da equação da difusão.

Parte experimental

"Scattering" de Compton

Aniquilação de positrons e contagem de coincidência

Câmara de nuvens

Absorção de raios γ

Contador com BF_3

ENGENHARIA QUÍMICA

Prof. W. A. Lloyd

Movimento de fluidos. Balanço energético total, balanço de energia mecânica. Movimento laminar, lei de Poiseuille. Dutos circulares. Movimento turbilhonar, número de Reynolds. Equação de Fanning. Fórmulas empíricas e semi-empíricas para casos particulares. Equação de Fanning generalizada.

Instrumentos de medidas.

Condução de calor. Analogias com a condução elétrica. Estado estacionário. Método dos valores médios.

Convecção. Número de Nusselt. Número de Prandtl. Fórmulas empíricas.

Aspectos térmicos dos reatores nucleares. Equações de Fourier, de Poisson e Laplace.

Métodos numéricos para a solução de problemas de transmissão de calor. Método de Southwell.

Destilação. Equilíbrio líquido-vapor, fator de separação. Lei de Raoult. Vaporização por jato. Destilação diferencial. Colunas de fracionamento, determinação do número de estágios. Balanço material e energético. Refluxo. Equação de Fenske. Método HETP. Método RTU.

Descrição dos aparelhos usados na parte experimental e discussão dos métodos de cálculo a serem utilizados.

Discussão de alguns diagramas usuais nas instalações de utilização da energia nuclear.

Parte experimental

Separação de Co e Ni por troca de ions.

Extração líquido-líquido.

Coefficientes para aquecimento e resfriamento de óleo em um trocador de calor

Movimento de fluidos.

Distilação em uma coluna de pratos e numa coluna "compacta".

QUÍMICA

Prof. Warren W. Miller

Classificação periódica dos elementos. Propriedades dos elementos e sua posição no quadro

Configuração eletrônica dos elementos e formação de compostos.

Eletrolitos e não eletrolitos. Condutividade das soluções. Valência. Carga dos íons.

Número de coordenação. Número de oxidação. Número de redução. Interpretação estrutural das reações de oxidação e redução

Estrutura eletrônica dos elementos. Elementos de transição.

Equilíbrio químico. Cinética das reações. Lei de Guldberg e Waage.

Dissociação dos ácidos. Hidrólise.

Formação de complexos.

RADIOQUÍMICA

Prof. L. A. Currie

Métodos de detecção da radioatividade. Contador Geiger-Muller. Contador de cintilação. Contagem absoluta.

Teoria dos erros. Frequência, média, desvio padrão e erro provável. Distribuição binomial. Distribuição de Poisson. Distribuição de Gauss. Método do χ^2 quadrado.

Interação da radiação com a matéria. Absorção de partículas β . Método de Feather. Absorção de raios γ . "Range" das partículas carregadas.

Desintegração radioativa. Equação da desintegração. Caso das cadeias radioativas. Desintegração α . Desintegração β . Captura de elétrons. Conversão interna.

Energia de ligação dos núcleons. Seção de choque. Modelo da gota líquida.

Reações nucleares. Reações de nêutrons e de prótons. Reações a altas energias.

Fissão. Nêutrons instantâneos e nêutrons retardados. Reação em cadeia. Frequência da distribuição dos produtos de fissão. Fissão simétrica e fissão assimétrica.

Parte Experimental

Comportamento do contador Geiger Muller.

Fatores que influem na contagem de β . Relação "range"-energia.

Estatística aplicada as medidas radicativas.

Contadores de janela.

Contador de cintilação. Espectroscopia da radiação γ .

Contagem absoluta.

Determinação da meia-vida curta. Alguns aspectos das separações radioquímicas (Cs^{137} e Ba^{137})

Produtos de fissão. Separação quantitativa (Sr^{89} e Ba^{140})

Análise por ativação.

METALURGIA

Prof. A. J. Shaler

Fuentes de materiais aplicáveis aos reatores.

Beneficiamento dos minérios. Generalidades sobre o beneficiamento de minérios de urânio.

Qualidades e inconvenientes dos metais atualmente empregados em reatores.

Estrutura dos metais. Tensões, compressões, deslocamentos e distorções nas estruturas cristalinas.

Diagramas de equilíbrio. Regra das fases. Eutético. Peritético. Eutetoide. Perieutetoide.

Metalografia e cristalografia dos metais básicos empregados nos reatores.

Deformações das ligas metálicas.

Sistemas urânio-alumínio.

Tratamentos térmicos e mecânicos. Endurecibilidade. Diagrama ITT.

Sistemas ferro-carbono. Ferrita, perlita, cementita, austenita e bainita.

Sistemas urânio-cromo, urânio-molibdênio, urânio-silício, urânio-zircônio, tório-carbono e zircônio-estanho.

Efeitos das radiações nas ligas metálicas

Impurezas dos metais usados nos reatores.
 Endurecimento das ligas de urânio.
 Outras ligas usadas nos reatores.
 Transformações "não em equilíbrio" do urânio - aquecimentos e resfriamentos, laminação, têmpera etc, Efeito das adições.
 Propriedades mecânicas do U, do Th, do Zr e do Be.
 Diagramas TTT das ligas de U e Cr.
 Corrosão dos materiais dos reatores. Caso do U.
 Moldagem e fabricação de urânio e ligas de urânio.
 Fundição.
 Soldagem.
 Metalurgia do pó.
 Trabalhos com metais. Laminação, extrusão, estampagem, polimento, etc.
 Seleção de materiais.

Parte experimental

Solidificação. Diagrama tempo-temperatura.
 Redução de minérios.
 Traçado do diagrama de equilíbrio
 Dureza das ligas metálicas. Curva da idade.
 Limite elástico. Carga de ruptura de ligas ferro-carbono de varias composições.
 Testes de impacto de dureza e tenacidade
 Teste de Jominy. Estabilizadores.
 Exame microscópico dos materiais ferrosos.
 Fundição.
 Moldagem de peças
 Soldagem: elétrica, oxiacetilênica, soldagens especiais.

"HEALTH PHYSICS"

Unidades de medida da radiação. Equivalente físico do Roentgen. Efeito biológico relativo.

Controle do tempo de exposição.

Contaminação. Limite e controle. Dosímetros.

Medida da atividade das fontes radioativas.

Mecanismo da ação maléfica das radiações. Degradação da energia das radiações. Sub-produtos da ionização. Ionização específica. Uso da curva de absorção no ar.

Doses terapêuticas. Doses prejudiciais. Doses toleráveis.

Parte experimental

Câmara de ionização. Calibração e uso.

Medida da contaminação radioativa (ar, paredes etc).

LIVROS ADOTADOS NO CURSO

NUCLEAR AND RADIOCHEMISTRY - Gerhart Friedlander e Joseph W. Kennedy
(Wiley)

METALLURGY FOR ENGINEERS - John Wulff, Howard F. Taylor e Amos J. Shaler
(Wiley)

REACTOR PHYSICS (An Introduction to) - D. J. Littler e J. F. Raffle

NUCLEAR REACTOR THEORY (The Elements of) - Samuel Glasstone e Milton
G. Edlund (Van Nostrand)

NUCLEAR REACTOR ENGINEERING (Principles of) - Samuel Glasstone (V.Nostrand)

PROCESS CHEMISTRY - F.R.Bruce, J.M. Fletcher, H.H. Hyman, J.J.Katz (McGraw)

PRINCIPLES OF CHEMICAL ENGINEERING - W.H.Wiker, W.K.Lewis, W.H.McAdams

NUCLEAR PHYSICS - Irving Kaplan (Addison-Wesley)

RADIOLOGICAL HEALTH HANDBOOK - Simon Kinsman

Handbooks do National Bureau of Standards

Terminados os trabalhos a Diretoria da Universidade ofereceu um

almôço aos alunos durante o qual se fez a entrega dos certificados de conclusão do curso.

II - Viagem de inspeção, transferência para Argone.

A 19 de janeiro teve início a primeira viagem de inspeção programada para o curso. O itinerário foi o seguinte:

State College (Pa) - Philipsburg - Pittsburgh - Knoxville (Tenn) - Oak Ridge - Kingston - Oak Ridge - Clinton - Oak Ridge - Norris Dam - Parkersburg (West Virginia) - Shippingport (Pa) - Pittsburgh - Detroit (Mich) - Ann Arbor - La Grange (Ill).

A I.C.A. custeou toda a viagem como previsto pelo acordo com esse Conselho. Até Philipsburg o transporte se fez de taxi, de Philipsburg a Knoxville de avião, de Knoxville a Oak Ridge de taxi e o resto foi feito em um ônibus especial.

Oak Ridge - Visitamos o Laboratório Nacional de Oak Ridge onde ficamos conhecendo os reatores X-10, LITR, o reator de piscina e o Reator Homogeneo Experimental de potência, as instalações para produção e embarque de isótopos radioativos, dois Van de Graaffs e um Cockroft-Walton.

Kingston - Tivemos oportunidade de conhecer a Kingston Steam Plant, alimentada a carvão e com uma capacidade de 1600000kw (a maior do mundo).

Clinton - Vimos externamente as instalações para a separação de isótopos que, sozinha, consome 2000000kw.

Norris Dam - Uma usina hidroelétrica e grande represa no rio Clinch da bacia do Tennessee.

Shippingport - Visitamos os trabalhos de construção do PWR (de 80000kw). Pudemos ver quase todo o reator pronto, inclusive o vaso de pressão, que deverá resistir mais de 130kg/cm².

Pittsburgh - Fomos convidados pela Westinghouse para um jantar em companhia de alguns diretores de divisões de aproveitamento da energia nuclear.

Detroit - A APDA ofereceu-nos uma série de conferências sobre os novos reatores por eles em estudo. Visitamos ainda a River Rouge Plant e a Ford Motor Company.

Ann Arbor - Visita a alguns dos laboratórios da Universidade de Michigan e ao "swimming-pool reactor".

La Grange - O ponto final da viagem, que terminou em 26 de janeiro. Acha-se situada a menos de meia hora de ônibus do Laboratório Nacional de Argonne.

III - Curso em Argonne

O curso em Argonne se fez na International School of Nuclear Science and Engineering (ISNSE).

Inicialmente fomos levados a diversos departamentos do laboratório para que tivéssemos nossa primeira visão de conjunto das instalações. Vimos o CP-5, o laboratório de Metalurgia, a piscina para irradiação gama, montagens críticas, o Argonauta e outros. Alguns dias depois visitamos o ESWR.

Logo que se iniciaram as aulas começamos a sondar as possibilidades de nos dedicarmos mais a Física dos neutrons do que a Engenharia. Para isso tentamos com os senhores professores e diretores fazer um programa mais conveniente ao nosso caso particular do que os sugeridos pela Escola.

Devido as grandes dificuldades a serem vencidas inicialmente, e por sugestão do professor Harry Bryant, então nosso orientador, passamos

a assistir as aulas normalmente. Para isso a Escola forneceu-nos as listas das aulas teóricas e das práticas e nos sugeriu que escolhessemos três de cada grupo. Escolhemos

Teoria dos Reatores
Instrumentação e Controle
Blindagem

entre as teóricas. As outras eram

Síntese de Projeto de Reatores
Transporte de Calor nos Reatores de Potência
Processos de Separação
Metalurgia
Química

Entre as aulas práticas escolhemos

Física de Reatores e Engenharia I
Física de Reatores e Engenharia II
Blindagem

no grupo do qual ainda constavam

Metalurgia
Química
Engenharia Química

Antes mesmo de terminada essa primeira parte do curso a Diretoria da Escola pôs a nossa disposição um seletor mecânico de velocidades (slow neutron chopper). Nosso trabalho consistiria, então, na instalação do "chopper" no Argonaut.

Dedicamo-nos inteiramente no nosso período final na Escola à instalação e operação de "chopper". Nosso trabalho constituiu-se, inicialmente, de coleção de peças, testes preliminares, reparos e substituições. Posto o aparelho em funcionamento foi ele levado para junto do reator. Iniciou-se, então, uma série de experiências com a

finalidade de se determinarem as condições ótimas de operação do equipamento.

Alguns fatores adversos como

- baixo fluxo de neutrons lentos do reator
- "cadmium-ratio" não suficientemente boa
- amplificadores obsoletos (mais tarde substituídos)
- necessidade de trabalho à noite, etc.

forçaram a nos demorar bastante nessa série de experiências. Com efeito, tentamos variar quase todos os fatores que poderiam nos afetar os resultados e com isso conseguimos encontrar certas condições ótimas de operações nas quais jogavam um grande numero de variáveis (intensidade do fluxo, "cadmium-ratio", tipo de detetor, voltagem do detetor, ganho dos amplificadores, seletor de altura dos sinais e varios outros).

Como parte final fizemos um trecho da curva de secções de choque totais para o ferro.

Incluído neste acha-se o relatório final apresentado à Escola

A recepção dos certificados de conclusão do curso se deu em 23 de maio.

A Escola pôs à nossa disposição cópias dos relatórios de todos os grupos de alunos.

IV - Segunda viagem de inspecção

Como parte final do curso da International School of Nuclear Science and Engineering, Quarta Secção, iniciou-se em 25 de maio a segunda viagem de inspecções. Essa viagem, que durou até 9 de junho incluiu as seguintes visitas:

Mina de uranio Mi Vida, perto de Grand Junction, Colorado

- Uranium Reduction Company's em Moab, Utah
- Mineração (Bingham) e beneficiamento de cobre em Salt Lake City
- Planta de processamento químico, MTR, Borax 4 e EBRI em Idaho Falls, Idaho
- Radiation Laboratory da Universidade da Califórnia
- Instalações Atômicas da General Electric em S. Jose Califórnia
- Instalações da North American Avition em Los Angeles, Califórnia.

V - Emulsões de Pesquisas Nucleares

Nem em State College, nem em Argonne encontramos um ambiente favorável a nossos estudos de emulsões. Diante disso tratamos de nos por em contato com outros centros de pesquisas. A nosso ver (fomos inicialmente orientado pelo prof. Ugo Camerini) o lugar mais indicado para tais estudos seria Minneapolis onde estavam trabalhando os professores E. P. Ney, Fowler, Freier e Lattes. Desde o início obtivemos o inteiro apoio do grupo que é chefiado pelo Dr Ney, o qual sugeriu-nos cursos teóricos e um estágio de 12 a 14 meses. Com a situação nesse pé, pedimos a esse Conselho modificação dos termos da bolsa em vigor e renovação da mesma por mais um ano.

Terminada a viagem final do curso da ISNSE, em princípios de junho, vimo-nos obrigados à inatividade completa pois que o Conselho ainda nada havia decidido. Com a aproximação do dia 1^o de julho fomos forçados a nos transferir, por nossa iniciativa própria, para Minneapolis afim de regularizarmos nossa situação junto ao Serviço de Imigração e Naturalização dos EE.UU. Não foi sem grandes dificuldades que conseguimos a renovação do "visa" já então expirado.

Ainda à espera da designação do Conselho candidatamo-nos a este estudante graduado da Universidade de Minnesota e fomos aceito para a próxima primavera.

Mais uma vez o pessoal do grupo de raios cósmicos mostrou seu espírito de colaboração pondo-nos inteiramente à vontade e oferecendo-se para resolver quaisquer dúvidas. O prof. Ney fez com que nos iniciássemos imediatamente nos trabalhos que, até o momento tem sido somente experimentais.

Excetuados uns poucos dias que perdemos à procura de apartamento temos estado na Universidade pelo menos oito horas por dia.

Durante esse período cumprimos o seguinte programa:

- exploração de chapas bombardeadas com mesons artificiais e coleta de dados para o estudo da distribuição angular dos mesons com relação a direção inicial dos mesons
- Cálculo de alguns dados e preparação de outros (ainda sobre a distribuição angular dos mesons) para serem levados ao serviço de perfurações em cartões (IBM)
- cálculos iniciais para o planejamento de um bombardeio de prótons por prótons para produção de mesons (gráficos ângulo-energia e mudança de sistemas de coordenadas) para o prof. Cesar Lattes
- ajuda no trabalho de montagem de películas (600) nos suportes e na revelação das mesmas
- auxílio diversos ao prof Cesar Lattes tais como construção de gráficos, testes de , determinação de parâmetros pelo método dos mínimos quadrados etc.

VI - Atividades Extra-escolares

Durante os dias 12, 13 e 14 de dezembro o curso em Penn State foi suspenso porque nessa época realizava-se em Washington, uma assembleia da American Nuclear Society. Não obstante conseguimos que a ICA nos pagasse o transporte embarcamos para Washington onde assistimos as exposições dos trabalhos que nos pareceram mais interessantes. As coincidências de horários das conferências nos impediram de estar presente a todas elas. Nessa ocasião tivemos ainda a oportunidade de visitar a Naval Research Laboratory onde, entre outras coisas, vimos o reator (de piscina), um Van de Graaff, dois Cockroft-Walton e uma exposição sobre o satélite artificial.

Em Argonne recebemos um convite para estudar a separação isotópica do oxigênio pelos óxidos de urânio e outro para estudar a relação $\frac{dn}{dx}$ (E = energia, x = espaço percorrido) para os elétrons nos gases mas não os aceitamos porque não podiam ser enquadrados em nossos programas. Mais tarde fomos convidados para um trabalho de determinação de seções de choque de nêutrons a baixíssimas temperaturas que recusamos pelo mesmo motivo. Por outro lado tentamos por diversos meios alguma maneira de trabalhar ao lado do CP-5 (espectrometro, "fast chopper" etc) mas não o conseguimos.

Tanto em State College como em Argonne concordamos em cooperar em filmes de propaganda americana nos quais se ressaltava a colaboração entre os Estados Unidos e países amigos.

VII - Conclusão

Para nós o curso em Pennsylvania foi muito elementar. Com efeito, excluindo-se alguma pouca coisa de caráter experimental já tínhamos passado por tudo o que lá foi lecionado, ou no Curso de Física de Reatores dado em S. Paulo, ou no de Radioquímica que tivemos e/ o prof Luiz Marques (CSFF), ou nas aulas esparsas que assistimos no CSFF (diversos cursos), ou de nosso curso de engenheiro químico industrial ou mesmo em certas cadeiras de engenharia metalúrgica que cursamos na U. M. Gerais. Acresça-se a isso os diversos assuntos que estudamos sozinho afim de nos prepararmos melhor para nosso trabalho em emulsões nucleares no Instituto de Pesquisas Radiativas.

Em Argonne realmente aprendemos bastante. Não nos consideramos, entretanto, especialistas em nenhum dos assuntos referentes a reatores. Primeiramente porque a finalidade da Escola não é preparar especialistas mas sim dar ideias gerais sobre o extremamente intrincado problema e, depois, que não tínhamos intenção de estudar mais Engenharia, tencionávamos estudar Física. Além disso, de uns tempos para cá não temos mais cuidado de estar ao par das capacidades da indústria no Brasil, não sabemos como fazer a conversão da situação dos E. U. com relação ao aproveitamento da energia nuclear para a situação brasileira. Aprendemos em Argonne, em linhas gerais, quais os problemas existentes para os Estados Unidos no aproveitamento da energia nuclear e como a maioria deles é resolvida. Aprendemos ainda o que se pode fazer em torno de um reator de pesquisas e chegamos a ganhar uma boa prática com o seletor mecânico de velocidades para neutrons térmicos.

De tudo o que aprendemos de projeto e construção de reatores pareceu-nos que nada se poderá fazer nesse sentido no Brasil enquanto não tivermos preparado equipes de pessoal especializado nos diversos ramos importantes em reatores tais como:

Metalurgia (em primeiro lugar)

Física de Reatores

Instrumentação e Controle

Blindagem

Química e

Engenharia (projeto, construção, termo-dinâmica, etc)

A nosso ver o curso da ISNSE oferece ótimas possibilidades para esse início. O resto será só um problema de coordenação e trabalhos.

Os trabalhos com emulsões em Minneapolis foram apenas iniciados mas tudo faz crer que serão de grande valor para nós.

International School of Nuclear Science and Engineering

Conducted by the

Argonne National Laboratory

Operated by the University of Chicago for the
United States Atomic Energy Commission

This Is To Certify That

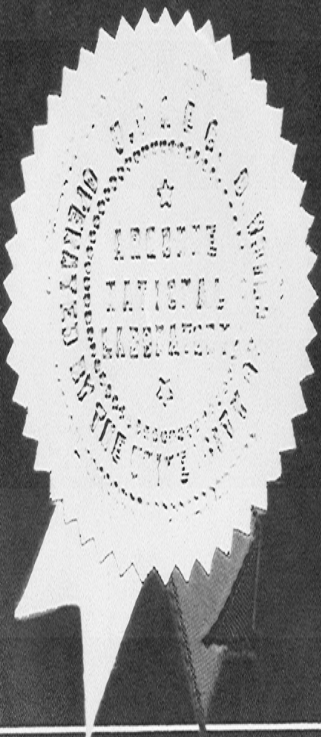
Harry Games

Has satisfactorily completed the seventeen-week course of
advanced and specialized instruction in the Fourth Class of
the International School of Nuclear Science and Engineering
in furtherance of the International Program of the

UNITED STATES OF AMERICA

To Develop the Peaceful Uses of Atomic Energy

*In witness whereof, the Laboratory Director and Directors of the School have
hereunto affixed the official seal and their signatures at Lemont, Illinois this
twenty-fourth day of May, Nineteen Hundred and Fifty-Seven.*



Norman Hilberry Laboratory Director

Rollin T. Jackson Director, ISNSE

Marshall Grotenkun Assistant Director, ISNSE



University Park, Pennsylvania

This certifies that

H A R R Y G O M E S

has satisfactorily completed a course of instruction in

NUCLEAR SCIENCE AND ENGINEERING

consisting of

a four-month basic program

January 17, 1957

IN COOPERATION WITH
ARGONNE NATIONAL LABORATORY

Eric A. Walker,

PRESIDENT