

Além do Reator Desafios na Cidade Radioativa

Tábatha Cristina de Amorim Ferreira Sampaio

Cláudio Maia Porto

Francisco Antônio Lopes Laudares



PPGEdu**CIMAT**

Apresentação

do

Jogo Didático

Apresentação do Jogo Didático – Além do Reator

Nesse capítulo, a primeira parte oferece um resumo conciso para consulta rápida durante o jogo, enquanto a segunda parte apresenta uma explicação mais detalhada, proporcionando uma compreensão aprofundada dos elementos abordados.

Introdução

 Além do reator - Desafios na Cidade Radioativa é um jogo de tabuleiro educativo desenvolvido para auxiliar no ensino de Física Nuclear de forma dinâmica e interativa. Criado para envolver os alunos em uma experiência imersiva, o jogo os coloca no papel de exploradores que, após um problema em sua embarcação, acabam presos em uma ilha contaminada por radiação. Seu objetivo é escapar da ilha em um tempo fictício de 24 horas dentro do jogo, enfrentando desafios e tomando decisões estratégicas baseadas em conceitos científicos.

Objetivo Pedagógico

O jogo foi elaborado para complementar o ensino de Física Nuclear no Ensino Médio, promovendo o aprendizado através de situações-problema, raciocínio lógico e trabalho em equipe. Ele proporciona:

- Aprendizado ativo e envolvente;
- Desenvolvimento do pensamento crítico e da tomada de decisões;
- Integração de conceitos científicos a um cenário prático e lúdico;
- Trabalho em equipe e gestão de recursos.

Como Funciona o Jogo?

-  1. Escolha do Local – Os jogadores escolhem um local para explorar no tabuleiro. Cada local tem uma descrição específica, que é lida pelo Mestre (moderador do jogo).
-  2. Definição da Fase – O Mestre informa quantas fases estão disponíveis no local escolhido e os jogadores decidem qual fase querem jogar.
-  3. Leitura do Contexto – O Mestre lê a situação-problema referente à fase escolhida.

✦ 4. Resolução da Fase – Os jogadores tentam resolver a questão apresentada, utilizando o diário de um cientista como fonte de apoio.

✦ 5. Registro de Consequências – O Mestre registra se os jogadores ganharam ou perderam horas no tempo fictício do jogo. Se houver outras consequências, como aquisição de itens ou pistas, o Mestre também as entrega.

✦ 6. Continuação do Jogo – O grupo segue explorando outros locais e enfrentando desafios até encontrar a saída da ilha dentro do tempo limite.

Papel do Professor (Mestre)

O professor (Mestre) assume o papel de facilitador e pode personalizar a experiência do jogo, determinando:

- 📌 O tempo real da partida (recomendado: 1h30);
- 📌 O número de jogadores por grupo (indicado: 3 a 6 jogadores + Mestre);
- 📌 Se haverá um vencedor (opcional – pode-se premiar o grupo que conseguir escapar com menos horas acumuladas);
- 📌 O nível de dificuldade e o número de desafios opcionais.

Elementos do Jogo

👤 Mestre: Responsável por narrar, orientar e registrar o progresso do jogo.

📖 Diário do Cientista: Fonte de informações e pistas para ajudar os jogadores a resolverem as questões.

📄 Cartas de Perguntas: Com desafios variados (Verdadeiro ou Falso, Palavras Cruzadas, Preenchimento de Tabelas, etc.).

🛑 Perguntas Desafio: Questões mais difíceis que oferecem grandes vantagens, mas não são obrigatórias.

📍 Mapa da Ilha: Indica os locais a serem explorados, sendo necessário passar por algumas fases antes de alcançar a saída.

Conclusão

Além do reator é uma ferramenta inovadora para tornar o ensino de Física Nuclear mais atrativo e dinâmico. Ele pode ser facilmente adaptado à realidade de cada turma, incentivando os alunos a aplicarem o conhecimento de maneira prática e colaborativa.

Apresentação do jogo estendida

Este jogo foi desenvolvido com o objetivo de aprimorar o ensino de física nuclear nas escolas, servindo como um recurso complementar para os professores. A ideia central é que os alunos estudem previamente para poder jogar e vencer com base em seus conhecimentos, tornando o aprendizado mais dinâmico e envolvente. Dessa forma, espera-se que os alunos adquiram um conhecimento prévio antes de utilizar o jogo, incentivando um estudo mais ativo e participativo.

A estratégia de aplicação fica a critério do professor, que pode adaptá-la conforme as necessidades da turma. Ele pode orientar diretamente quais conceitos devem ser estudados, permitir que os alunos realizem pesquisas independentes, disponibilizar uma apostila didática ou até mesmo dedicar uma aula exclusivamente para esclarecer dúvidas após a fase de pesquisa dos alunos. Essa flexibilidade permite que o jogo se adeque ao estilo de ensino e ao ritmo de cada grupo.

Além disso, o jogo foi projetado para se adaptar ao tempo disponível em aula, ao nível de dificuldade das turmas e, principalmente, para poder ser jogado novamente garantindo uma experiência enriquecedora e dinâmica a cada partida.

O jogo desenvolvido é um jogo de tabuleiro, que incorpora abordagens de outros tipos de jogos, como, por exemplo, o RPG (Role Playing Game), no qual a descrição de ambientes é utilizada para proporcionar uma imersão mais profunda aos alunos.

Além disso, o jogo envolve diretamente o mestre, que pode ser o professor ou outra pessoa responsável pela orientação da partida, o que é outra característica encontrada dentro do RPG. Ele inclui também cartas que são responsáveis pelo direcionamento da partida.

A composição do jogo é reunida em um kit que engloba todos os materiais essenciais, abrangendo uma variedade de elementos, como um tabuleiro, cartas, e um diário de bordo para fornecer orientação completa durante o jogo. Além do livro do mestre e um livro de regras.

O jogo consiste em uma situação na qual os alunos, durante uma viagem escolar após um acidente, encontram-se em uma região específica, mais precisamente em uma ilha contaminada por elementos radioativos originados de um acidente em uma usina nuclear

e de outros experimentos conduzidos no local. A região é minuciosamente caracterizada, apresentando diversos cenários nos quais os jogadores enfrentam obstáculos e desafios, assim exigindo que explorem a ilha em busca de soluções.

A cidade é uma cidade fictícia incluindo situações reais e não reais para assim facilitar na hora da elaboração das situações encontradas.

Nesse contexto, o objetivo central dos participantes é encontrar uma maneira de deixar a ilha. Para alcançar essa meta, os jogadores devem aplicar seus conhecimentos sobre física nuclear para resolver os enigmas propostos e avançar nas chamadas fases. Cada fase representa um local específico da cidade, abordando conceitos diversos. Para direcionar os jogadores, eles terão em mãos um diário de um cientista que trabalhava na usina. Através dessas anotações, os jogadores terão as informações necessárias para adquirir e consolidar seus conhecimentos.

A progressão ocorre a partir do desenrolar de situações apresentadas por meio de perguntas. É importante destacar que essas chamadas "perguntas" podem ser feitas de forma direta ou indireta. Na verdade, o que existe são situações-problema apresentadas aos alunos, que podem aparecer em forma de perguntas ou de maneiras alternativas, como palavras cruzadas, atividades de verdadeiro ou falso, montagem de tabelas, entre outros.

O jogo é composto por locais específicos no mapa, conforme já mencionado, e a progressão das fases ocorre por meio de perguntas. Ele conta com 14 locais que podem ser explorados, abrangendo um total de 30 fases, que os jogadores podem escolher passar ou não. No entanto, apenas 9 dessas fases contêm itens essenciais para que os alunos possam concluir o jogo.

Essa estrutura tem o objetivo de tornar o jogo dinâmico e não linear (“fechado”) ou seja, cada partida é única, dependendo das escolhas feitas pelos alunos. Eles podem jogar várias vezes, explorando locais diferentes e, conseqüentemente, vivenciando situações distintas a cada nova experiência.

Além disso, o professor tem total conhecimento das nove fases que os jogadores precisam completar. Caso o tempo de aula esteja se esgotando, ele pode direcionar os alunos para essas fases específicas, garantindo que os conteúdos essenciais sejam abordados. Embora essa abordagem possa reduzir a dinâmica do jogo, o principal objetivo, que é o aprendizado didático, permanece intacto

Outro aspecto é que o jogo trabalha com duas categorias de tempo: o "tempo do jogo" e o "tempo real". Dessa forma, além do objetivo principal de escapar da ilha, há uma contagem regressiva que representa o avanço do *tempo do jogo*. Devido ao elevado nível de contaminação no local, os alunos têm um período limitado para evacuar a ilha, ou seja, "sair da ilha". Esse tempo foi definido como o *tempo do jogo*, que começa em 0 horas e pode chegar até um máximo de 24 horas. Essas 24h fictícias corresponde ao tempo que os jogadores têm para concluir a missão. Esse período é contabilizado com base nas ações realizadas e nas consequências enfrentadas pelos alunos durante a partida. Se esse tempo se esgotar antes da conclusão dos objetivos, os jogadores perdem o jogo.

Essas horas fictícias podem ser adicionadas ou reduzidas de diferentes maneiras. Elas diminuem como recompensa por respostas corretas e aumentam como consequência de respostas erradas. Além disso, o uso de dicas também pode influenciar o tempo, tornando a gestão dessas horas um elemento estratégico dentro do jogo.

Outro aspecto importante é que o jogo foi cuidadosamente planejado para incentivar os alunos a buscar ativamente o conhecimento e adquirir novos aprendizados ao longo da experiência. Em cada fase, alguns locais oferecem dicas que adicionam 2 horas ao tempo total do jogo, enquanto respostas erradas resultam em um acréscimo de 3 horas. Essa mecânica incentiva os alunos a refletirem antes de responder, promovendo a construção do conhecimento em vez de simplesmente "chutar" as respostas.

Já o *tempo da partida* refere-se ao tempo real, com duração de 90 minutos. Caso esse limite seja alcançado sem que os jogadores tenham cumprido suas metas, considera-se que perderam a partida também. Essa estrutura permite ao professor controlar a duração do jogo de forma eficiente. No entanto, o tempo da partida não é um limite rígido. Se o professor dispuser de mais tempo ou desejar proporcionar uma imersão maior, ou ainda incluir dinâmicas diferentes, é possível ajustar a duração de acordo com as necessidades da turma.

O jogo foi desenvolvido para ser totalmente ajustável às necessidades da turma e do professor. Dessa forma, as perguntas podem ser modificadas conforme necessário, além das perguntas extras que já estão disponíveis. O professor também tem a liberdade de inserir novas questões durante o jogo, tornando a experiência ainda mais personalizada e adequada ao contexto da aula

Recomenda-se que o jogo seja realizado em grupos de 3 a 6 participantes, além do mestre. Esse número, no entanto, não é fixo. Para uma melhor integração entre os alunos, sugere-se um mínimo de 3 participantes, enquanto o limite de 6 pessoas visa facilitar a organização e garantir que todos possam contribuir de forma significativa durante a partida. No entanto, caso o professor deseje incluir mais participantes, a dinâmica do jogo não será prejudicada.

O único local onde os jogadores não podem acessar diretamente é a usina. Para entrar nela, é necessário obter itens essenciais, que são adquiridos ao longo da partida. Esses itens são conquistados por meio das consequências geradas pelas respostas corretas, incentivando os jogadores a explorarem e aprenderem antes de avançar.

Vamos jogar para facilitar o entendimento?

Mapa da cidade



Primeiro, os alunos devem escolher um local para visitar. Supondo que decidam ir à casa do Cientista 2, eles terão acesso ao diário do cientista. Esse diário fica com os alunos, permitindo consulta direta. As anotações registradas nele sempre estarão relacionadas à pergunta feita, auxiliando na construção do raciocínio e na tomada de decisões durante o jogo, e principalmente trazendo informações e conceitos novos aos alunos.

Diário do Cientista

Esse é um estudo enviado ao cientista sobre um acidente que aconteceu no Brasil.

O acidente de Goiânia ocorreu em 13 de setembro de 1987 e é considerado um dos piores acidentes radioativos da história. Ele aconteceu quando dois catadores de sucata

encontraram um aparelho de radioterapia abandonado em uma clínica desativada no centro de Goiânia, Goiás. O aparelho continha Césio-137, uma substância altamente radioativa. Os catadores abriram o equipamento e, fascinados pela substância que brilhava no escuro, levaram parte do material para casa. Isso resultou em contaminação radioativa em várias áreas da cidade. O acidente levou à morte de quatro pessoas, à contaminação de centenas e à evacuação de áreas afetadas. Mais de 100 mil pessoas foram monitoradas, e várias casas e objetos tiveram que ser destruídos ou descontaminados.

Como foi feita a descontaminação após o acidente de Goiânia?

Após o acidente de Goiânia, uma grande operação de descontaminação foi iniciada. Equipamentos e especialistas do Brasil e de outros países foram mobilizados. Muitas casas e prédios tiveram que ser destruídos porque a radiação havia se infiltrado em paredes, móveis e objetos. O solo de áreas contaminadas foi removido e enterrado em locais controlados. Pessoas contaminadas foram isoladas e tratadas, e seus pertences pessoais, incluindo roupas e utensílios, foram incinerados ou descartados. A descontaminação foi difícil, pois a radiação do Césio-137 pode ser persistente e difícil de remover completamente. O acidente resultou na geração de toneladas de lixo radioativo, que foi armazenado em locais seguros.

No acidente, muitas vítimas sofreram envenenamento por radiação devido ao manuseio inadequado do material radioativo e à falta de conhecimento sobre os perigos do Césio-137.

Assim que os alunos escolhem o local, o mestre lê para eles a descrição correspondente, que está disponível no livro do mestre. No caso de escolherem a casa do Cientista 2, a descrição a ser lida é a seguinte:

A casa modesta, agora esquecida e coberta, está em ruínas após anos de abandono. O telhado está cedendo, com telhas caídas espalhadas pelo chão, e as paredes de madeira estão apodrecidas, manchadas por infiltração e radiação. As janelas, quebradas e sujas, deixam o vento frio assobiar pelos cômodos.

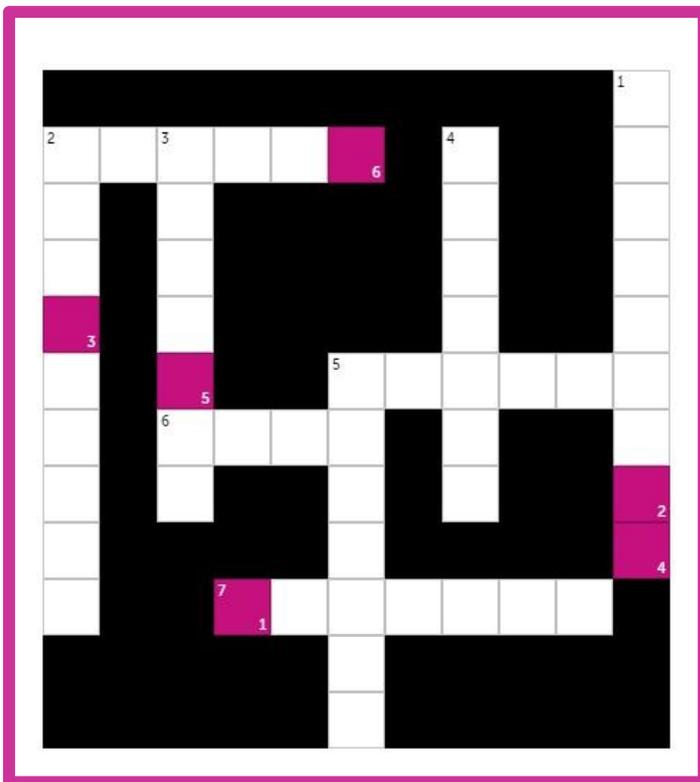
Na pequena sala de estar, móveis simples estão cobertos de poeira e desgastados pelo tempo. Uma mesa de madeira está tombada, com alguns pratos quebrados ao lado, e uma velha poltrona, rasgada e desbotada, repousa em um canto. Fotografias familiares desbotadas ainda estão penduradas, retratando um cotidiano interrompido de forma abrupta. No quarto, a cama de ferro está enferrujada, com lençóis amarelados e rasgados, e um único guarda-roupa permanece aberto, com roupas comuns ainda penduradas.

Após isso, o mestre informa quantas fases estão disponíveis para escolha. Em locais com mais de uma fase, cada uma é independente, permitindo que os alunos escolham quais responder. No caso em questão, o local possui apenas uma fase; assim, o mestre esclarece essa informação e prossegue para a resolução do problema proposto. Cada fase inclui um contexto seguido de uma pergunta.

A seguir o mestre lê o contexto e faz a entrega da pergunta:

Contexto: Assim que entram, vocês encontram no chão um papel que pode conter pistas importantes. O documento menciona um acidente que o cientista estava investigando; talvez o diário contenha mais informações sobre o acidente que ocorreu em Goiânia.

Entregar ao grupo



Resposta errada: Infelizmente, vocês erraram a resposta e não conseguiram encontrar um item essencial para ajudar na saída da ilha. Como consequência, 3 horas foram adicionadas ao tempo de vocês. É importante que tentem novamente, caso queiram, pois esse item será fundamental para a jornada de vocês.

Dinâmica de outro local:

Supondo que o local escolhido tenha sido a casa do Presidente e Diretor de Segurança da Usina, as dinâmicas do jogo já foram explicadas anteriormente, então algumas repetições serão evitadas. Os alunos já possuem o diário em mãos, conforme mencionado anteriormente

CASA - DIRETOR DE SEGURANÇA

Local com fase única

Diário do Cientista

“Carta escrita pela Diretora de segurança para o cientista.

Caro, Recentemente, estive revisando os protocolos de segurança da usina nuclear e fiquei alarmado com alguns dos resultados que obtivemos. Durante os testes, percebemos que o sistema de contenção apresenta uma vulnerabilidade significativa em relação ao resfriamento do núcleo em caso de falha de energia. A análise revelou que, caso o sistema de resfriamento falhe, a temperatura do núcleo do reator pode subir rapidamente, aumentando o risco de derretimento. Isso ocorre porque, sem resfriamento adequado, o calor gerado pelas reações nucleares continua se acumulando, podendo levar a um acidente grave.

Para evitar esse cenário, sugiro que adotemos um sistema de redundância para os geradores de emergência, garantindo que haja fontes alternativas de energia para manter o resfriamento. Além disso, é fundamental desenvolver um plano de evacuação para as áreas próximas, garantindo a segurança da população em caso de emergência.

A segurança deve ser nossa prioridade absoluta. Precisamos discutir esse assunto na próxima reunião e elaborar um relatório detalhado com as medidas necessárias para minimizar os riscos.

Atenciosamente,
Helena Almeida”

Descrição do local- encontrado no livro do mestre.

Por dentro, a mansão de dois andares, outrora luxuosa, está em ruínas. O hall de entrada, com um lustre de cristal quebrado e paredes rachadas, reflete o abandono. O chão de mármore e madeira está desgastado, e o grande piano de cauda na sala de estar repousa em silêncio, coberto de poeira. Móveis de couro rasgados e poltronas desfeitas sugerem um passado opulento. O piso de madeira, outrora impecável, está deformado e range sob qualquer movimento

A sala de jantar, ainda com pratos de porcelana fina e cadeiras de veludo tombadas, dá a sensação de que a família fugiu às pressas. Escadas largas e imponentes levam ao segundo andar, mas os degraus estão parcialmente quebrados, tornando a subida perigosa.

Nos quartos do segundo andar, camas desfeitas e roupas caras ainda penduradas evocam uma fuga abrupta. Uma grande varanda com portas de vidro oferece uma vista desoladora de um jardim outrora bem cuidado, agora tomado pela vegetação mutante e deformada.

Enquanto examinam alguns papéis espalhados pelo chão, vocês descobrem que o antigo morador da casa era um importante diretor de segurança em assuntos nucleares, que havia vindo à cidade para fiscalizar o funcionamento da usina. Além disso, ele estava estudando um outro acidente que já havia ocorrido.

Como já mencionado, assim que os alunos escolhem o local para visitar, eles consultam o diário do cientista. Em seguida, o mestre lê a descrição do ambiente e, logo após, apresenta o contexto da fase, finalizando com a entrega da pergunta aos alunos.

Contexto: Após encontrarem a carta, vocês veem sobre a mesa de jantar uma possível resposta do Diretor, explicando vulnerabilidades da usina. Essas informações podem ajudar a resolver problemas em outros locais mencionados em um segundo diário, que pode ser acessado na seguinte situação: para abrir o diário e ver o que está escrito, é necessário descobrir a combinação. Lembrem-se que a combinação é formada por 3 letras — a primeira letra de cada resposta. Combinadas, essas letras abrem o diário.

Entregar ao grupo.

Pergunta

1. Qual é a partícula subatômica que não tem carga elétrica e reside no núcleo do átomo?
2. Qual é o processo pelo qual um núcleo instável libera energia na forma de radiação?
3. Como se chama a força responsável por manter os núcleos atômicos unidos?

Qual a combinação do cadeado?

Resposta:

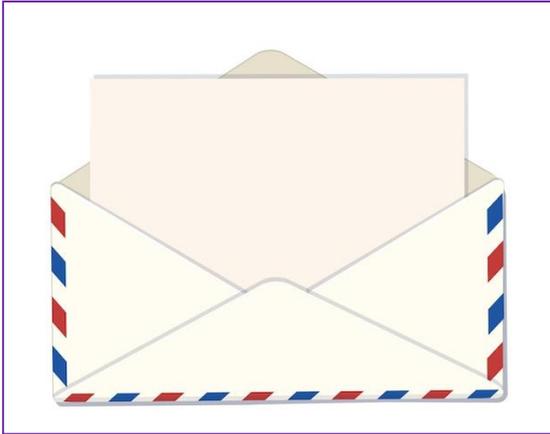
1. Pergunta 1: Qual é a partícula subatômica que não tem carga elétrica e reside no núcleo do átomo?
Resposta: Nêutron (letra inicial: N)
2. Pergunta 2: Qual é o processo pelo qual um núcleo instável libera energia na forma de radiação?
Resposta: Fissão (letra inicial: F)
3. Pergunta 3: Como se chama a força responsável por manter os núcleos atômicos unidos?
Resposta: Força nuclear (letra inicial: F)

Combinação do cadeado: NFF

Consequência:

Resposta esperada: Ao abrir o diário do diretor, vocês encontram uma carta enviada entre os cientistas que trabalhavam na usina. Essa carta revela detalhes importantes sobre a principal falha que pode ter causado o acidente.

Entregar ao grupo



“Qual é a principal vulnerabilidade mencionada pela Dra em relação ao sistema de segurança da usina nuclear e qual solução ela sugere?”

A principal vulnerabilidade mencionada pelo cientista é a falha do sistema de resfriamento do núcleo, que pode levar ao aumento rápido da temperatura e risco de derretimento. Ela sugere a implementação de um sistema de redundância para os geradores de emergência e um plano de evacuação para as áreas circunvizinhas. No contexto de usinas nucleares, um sistema de redundância para os geradores de emergência significa ter múltiplas fontes de energia reserva. Isso é essencial porque, se o sistema de resfriamento falhar e não houver energia alternativa para mantê-lo funcionando, a temperatura do núcleo do reator pode aumentar rapidamente, levando ao risco de um derretimento nuclear.

Por exemplo, uma usina pode ter geradores a diesel e baterias de backup para garantir que o resfriamento do reator continue funcionando mesmo em caso de falha na rede elétrica principal.

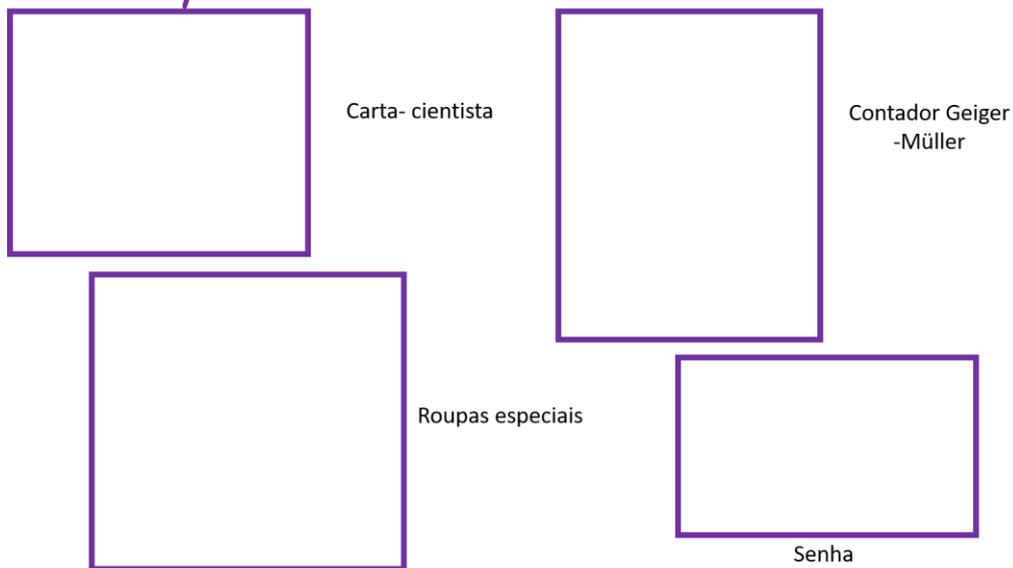
Isso é uma prática comum em engenharia de segurança, não só em usinas nucleares, mas também em aviões, hospitais, servidores de internet e sistemas industriais onde qualquer falha pode ter consequências graves.

Tal falha pode ter sido a responsável pelo acidente nuclear, lembrando que usinas costumam ser seguras. “

Resposta errada: Infelizmente, vocês não conseguiram abrir o diário do Diretor de Segurança. Como resultado, não tiveram acesso à resposta de que precisavam, apesar de terem perdido tempo tentando. Por isso, 3 horas foram adicionadas ao tempo de vocês.

Quando os alunos decidem ir até a usina, eles recebem um mapa que devem preencher com as informações e itens adquiridos nos outros locais. Se não conseguirem completar o mapa, precisarão retornar a esses locais para obter os itens necessários antes de prosseguir.

Requisitos de Entrada - Usina



Algumas perguntas, diferentemente das anteriores, são feitas de forma direta por meio de cartas. Além disso, algumas consequências, como bônus, também são apresentadas através dessas cartas, conforme mostrado abaixo. O mestre também utiliza uma tabela para registrar os tempos adicionados ou perdidos, as respostas corretas e erradas, entre outras informações essenciais para o andamento do jogo.



14 USINA

Pergunta: Um contador Geiger detecta 500 partículas por segundo em uma amostra.

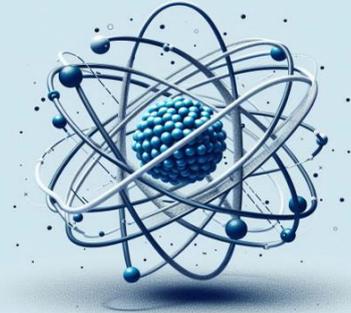
Se a atividade dessa amostra decai exponencialmente com uma meia-vida de 5 minutos, quantas partículas serão detectadas por segundo após 15 minutos?

1 CASA DO CIENTISTA 1

Pergunta: Com base no conhecimento sobre meia-vida, vocês devem decidir se pegam a chave ou não, sabendo que o local pode estar abandonado há pelo menos 15 anos.



Carta consequência

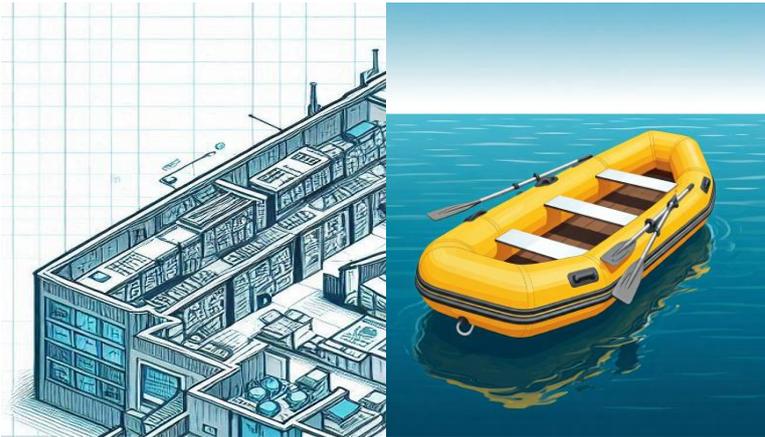


 **Carta Curinga**

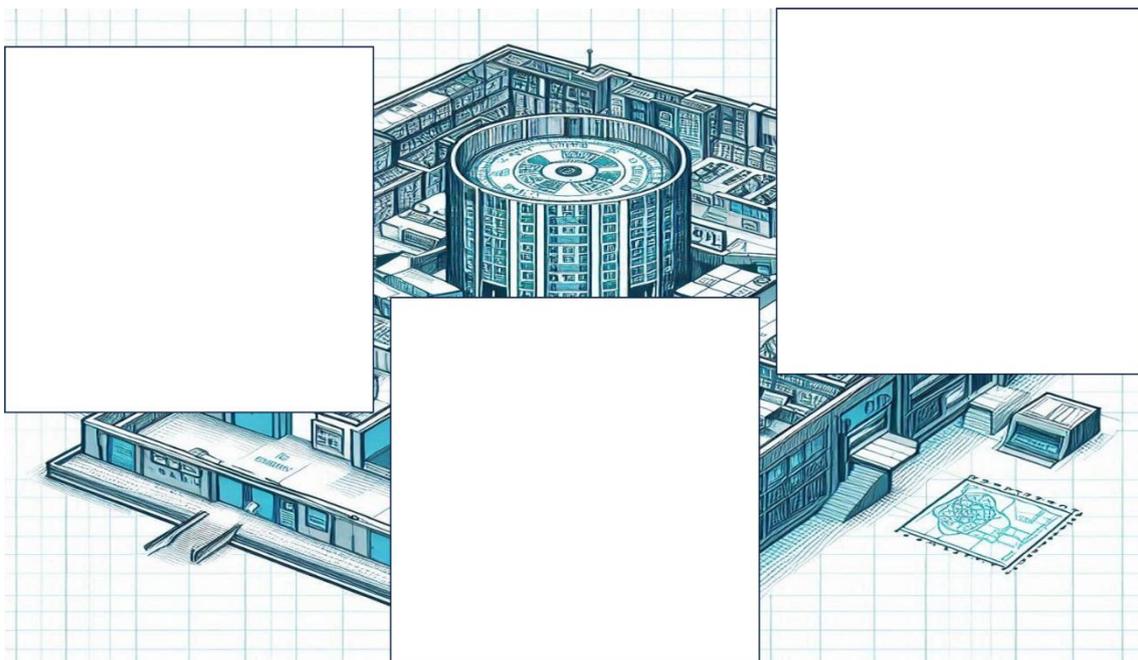
Substitui qualquer item necessário para acessar a usina ou reduz até 5 horas do tempo total do grupo.

Caso seja necessário, deixarei mais algumas fases a seguir. No entanto, com o que foi apresentado anteriormente, já é possível compreender a aplicação do jogo e seu funcionamento.

Abaixo, há um exemplo de uma consequência representada por uma carta dupla. Nesse caso, o grupo recebeu como consequência um bote, que pode ser fundamental para escapar da ilha. No verso da carta, há um dos itens que completa o mapa de saída, essencial para encontrar o caminho definitivo para a fuga.



Mapa de saída- emergência



**LIVRO
DE
REGRAS**

LIVRO DE REGRAS - ALÉM DO REATOR- DESAFIO NA CIDADE RADIOATIVA

INTRODUÇÃO

Bem-vindo(a) a **Cidade Radioativa** um jogo de tabuleiro educativo que desafia os jogadores a escapar de uma ilha contaminada por radiação nuclear. Vocês eram exploradores a bordo de uma embarcação quando, devido a um problema técnico, foram forçados a desembarcar em uma ilha misteriosa. Ao explorá-la, descubrem que ela foi contaminada por um acidente em uma usina nuclear, tornando a fuga um desafio contra o tempo. ⏳

O objetivo do jogo é explorar diferentes locais da ilha, resolver desafios e coletar recursos e dicas que os ajudarão a escapar. No entanto, cada decisão tomada pode aproximar vocês do limite de **24 horas fictícias** que possuem para sair da ilha. Estratégia e conhecimento serão essenciais para garantir a sobrevivência! 🌴 ⚠️

OBJETIVO DO JOGO

Os jogadores devem trabalhar em equipe para explorar a ilha, completar desafios e coletar informações que os ajudem a encontrar uma saída. O tempo no jogo é limitado a **24 horas fictícias**, e cada ação pode consumir parte desse tempo, tornando a tomada de decisões um fator crucial.

Caso o professor queira, ele pode estabelecer um **tempo real de jogo**, com uma duração de **1h30min**, limitando a partida dentro desse período. Essa escolha é opcional e fica a critério do professor.

COMPONENTES DO JOGO

- 🗨️ Mestre: Responsável por narrar, orientar e registrar o progresso do jogo.
- 📖 Diário do Cientista: Fonte de informações e pistas para ajudar os jogadores a resolverem as questões.
- 📄 Cartas de Perguntas: Com desafios variados (Verdadeiro ou Falso, Palavras Cruzadas, Preenchimento de Tabelas, etc.).
- 🛑 Perguntas Desafio: Questões mais difíceis que oferecem grandes vantagens, mas não são obrigatórias.
- 📍 Mapa da Ilha: Indica os locais a serem explorados, sendo necessário passar por algumas fases antes de alcançar a saída.

-  **Prontuário:** Local onde o mestre faz anotações importantes sobre o jogo, como aumento e diminuição de horas.
-  **Livro do Mestre:** Contém informações essenciais para a narrativa e gestão do jogo.
-  **Livro de Regras:** Apresenta as diretrizes e as regras que os jogadores devem seguir durante o jogo.
-  **Elementos Extras:** Itens entregues aos alunos como consequências positivas que ajudam a avançar no jogo.
-  **Cartas Consequências:** Trazem elementos extras, bônus de horas e vantagens que ajudam os alunos.
-  **Fotos dos Locais:** Imagens dos lugares para ajudar os alunos na imersão no jogo.

ORGANIZAÇÃO DO JOGO

1. **Escolha do Mestre:** Antes de iniciar a partida, um professor, ou um aluno indicado pelo professor, assume o papel de Mestre. Ele será responsável por orientar e organizar o jogo, apresentando desafios, controlando o tempo e garantindo que as regras sejam seguidas. Além disso, ele entrega as cartas do jogo, lê as descrições dos locais escolhidos e anota o ganho e a perda de horas dos jogadores.
2. **Número de Jogadores:** O jogo foi projetado para ser jogado entre **3 a 6 jogadores** mais o Mestre. No entanto, o professor pode ajustar essa quantidade conforme necessário.
3. **Exploração da Ilha:** O tabuleiro é composto por diferentes locais que representam fases do jogo. Os jogadores escolhem quais locais explorar, mas devem ficar atentos: cada escolha consome um número específico de horas!
4. **Cada Local Tem uma Descrição:** Cada local escolhido para exploração possui uma descrição específica, que é lida pelo Mestre antes do início da fase.
5. **Funcionamento do Jogo:**
 - Os jogadores escolhem um local para explorar.
 - O Mestre lê a descrição do local e informa quantas fases estão disponíveis.
 - Os jogadores escolhem qual fase jogar.
 - O Mestre lê o contexto da fase e entrega a pergunta aos jogadores.
 - Os jogadores respondem.

- O Mestre anota na ficha se ganharam ou perderam horas.
 - Se houver outras consequências, o Mestre entrega os elementos adicionais aos jogadores.
 - O ciclo se repete até que os jogadores consigam sair da ilha ou fiquem sem tempo.
6. **Uso do Diário do Cientista:** Os jogadores têm em mãos um diário deixado por um cientista que trabalhou na usina. Esse diário pode conter informações valiosas para responder às questões do jogo e entender melhor a situação da ilha.
7. **Tipos de Perguntas:** As perguntas são apresentadas como situações-problema e podem ser entregues de diferentes formas, incluindo:
- Cartas com perguntas diretas
 - Questões de verdadeiro ou falso
 - Completar tabelas
 - Palavras cruzadas
 - Outras dinâmicas interativas
8. **Consequências das Respostas:**
- Se os jogadores responderem corretamente, recebem recompensas e dicas que os ajudam na fuga.
 - Se errarem, há consequências negativas: **ganho de 3 horas no tempo total**, aproximando-os do limite de 24 horas.
9. **Perguntas Desafio:** Durante a partida, os jogadores poderão encontrar **perguntas desafio**. Elas são mais difíceis, mas suas recompensas são mais valiosas. Essas perguntas são **opcionais** e não são essenciais para a conclusão do jogo, mas podem oferecer vantagens importantes para a equipe.
10. **Uso de Dicas:** Algumas fases oferecem dicas que podem auxiliar na resolução dos desafios. No entanto, usar uma dica adiciona **2 horas ao tempo total do jogo**. Assim, os jogadores devem decidir estrategicamente se vale a pena arriscar ou buscar uma dica antes de responder.
11. **Gerenciamento do Tempo:** O tempo fictício no jogo é limitado a **24 horas**. Cada deslocamento entre locais e cada desafio tentado podem consumir uma parte desse tempo, tornando fundamental a escolha estratégica das ações.
12. **Conquista da Fuga e Vencedores:**
- O jogo termina quando os jogadores encontram a saída da ilha ou quando o tempo chega a zero. Caso o tempo acabe antes da fuga, os jogadores perdem a partida.
 - O único local que não pode ser acessado diretamente é **Usina nuclear**. Para chegar até lá, os jogadores precisam passar por algumas fases antes.

- Caso o professor deseje, ele pode adicionar um elemento competitivo ao jogo, definindo um **grupo vencedor**. O grupo que conseguir escapar da ilha com o menor número de horas acumuladas será declarado vencedor. Essa opção é facultativa e depende da forma como o professor deseja conduzir a partida.
- No geral, **todos os jogadores que conseguirem escapar da ilha são considerados vencedores**.

Abaixo segue uma descrição do funcionamento do jogo em ordem, de forma mais direta, para uma consulta rápida. É um guia rápido das regras.

Como Jogar

1 Escolha um Local 📍

- O grupo decide qual local deseja explorar no tabuleiro.
- O **Mestre do Jogo** lê a **descrição do local**, trazendo mais imersão para a narrativa.

2 Defina a Fase 🏠

- O Mestre informa quantas **fases** existem nesse local.
- Os jogadores escolhem qual fase desejam jogar (podem pular fases se quiserem).

3 Situação-Problema e Perguntas ?

- O Mestre lê o **contexto da fase** e entrega as perguntas.
- As perguntas aparecem em diferentes formatos: **múltipla escolha, verdadeiro ou falso, tabelas, palavras cruzadas** e muito mais!

4 Resolvendo as Perguntas 🍷

- Se os jogadores **acertarem**, recebem recompensas e seguem adiante! ✅
- Se **errarem**, ganham **+3 horas** no tempo total, aproximando-se do limite de 24h! ❌ ⏳
- Algumas fases oferecem **Dicas** 📄, mas usar uma aumenta **+2 horas** no tempo do jogo.

5 Registro das Consequências 🕒

- O Mestre anota na ficha de prontuário se o grupo **ganhou ou perdeu horas**.
- Caso existam outros elementos (itens, pistas, penalidades), ele os entrega aos jogadores.
- O jogo segue até que os jogadores consigam (ou não) sair da ilha! 🌴 🚢

O Papel do Mestre

O Mestre do Jogo é essencial para a dinâmica! Ele: Organiza e guia o jogo. Lê as descrições dos locais e contextos das fases. Entrega e corrige as perguntas. Registra o ganho e perda de horas. Distribui recompensas ou penalidades conforme necessário.

Tempo de Partida

O professor pode definir um **tempo real de jogo** (sugerido: **1h30**). Se esse tempo acabar antes que os alunos escapem, o jogo termina!

Número de Jogadores

◆ O jogo foi projetado para **3 a 6 jogadores + 1 Mestre**. ◆ O professor pode ajustar esse número conforme necessário.

Condições de Vitória

🏆 No geral, **todos que conseguirem escapar da ilha são vencedores!** 🏆 Caso o professor queira um sistema competitivo, pode definir que o grupo que sair da ilha com **menos horas acumuladas** seja o vencedor!

Restrições no Jogo

✗ O único local que **não pode ser acessado diretamente** é a **saída da ilha**. Antes disso, os jogadores precisam explorar outros locais e resolver desafios!

Perguntas-Desafio

⚡ Algumas fases possuem **Perguntas-Desafio**: ◆ Elas são **mais difíceis**, mas têm **grandes recompensas!** ◆ São **opcionais**, não sendo obrigatórias para a conclusão do jogo.

Itens Extras

📖 **Diário do Cientista**: um diário misterioso encontrado na ilha. Ele contém informações que podem ajudar a resolver desafios e escapar!

🗣️ **Narrativa Imersiva**: Cada local tem sua **própria história e descrição**. O Mestre deve lê-las para criar uma experiência mais envolvente para os jogadores!

Consequências Positivas ao Acertar as Perguntas:

- 📄 Carta Horas: Permite que o grupo responda a uma pergunta sem acrescentar horas ao tempo total do jogo, ajudando no controle do cronômetro da missão.
- 🚫 Isenção de Locais Inúteis: O grupo recebe a informação de que não precisa visitar determinado local, economizando tempo e recursos.
- 🎯 Cartas Essenciais: Incluem elementos indispensáveis para escapar da ilha, como objetos extras e itens-chave.
- 🔍 Carta de Pesquisa Livre: Autoriza o grupo a realizar uma pesquisa ou consulta por até 3 minutos da forma que preferirem, podendo ser usada em qualquer momento estratégico.
- 👤 Carta Pesquisa com Amigos: Permite que os jogadores consultem um amigo ou outro grupo para tirar dúvidas sempre que necessário.
- 💡 Dicas Estratégicas: Fornece orientações valiosas para direcionar o grupo a locais importantes para o avanço no jogo.
- ⌚ Carta de Redução de Horas: Reduz automaticamente um número específico de horas do tempo total do grupo, acelerando o progresso.
- 🔑 Acesso a Locais Especiais: Concede autorização para entrar em áreas restritas do jogo, sem a necessidade de cumprir requisitos adicionais.
- 📖 Carta Resposta: Garante ao grupo a resposta correta de uma fase diretamente do mestre, obtendo automaticamente a consequência positiva daquela fase sem precisar responder.
- 🗺️ Carta Curinga: Substitui qualquer item necessário para acessar a usina ou reduz até 5 horas do tempo total do grupo.
- ⌛ Carta Bônus de Horas: Permite que o grupo responda a uma pergunta sem perder horas, mesmo que errem. Pode ser usada uma vez em qualquer momento da partida

INTRODUÇÃO AO JOGO

ALÉM DO REATOR- DESAFIOS NA CIDADE RADIOATIVA

Vocês são um grupo de estudantes escolhidos para uma expedição científica única, com o objetivo de estudar ecossistemas isolados e coletar dados sobre a biodiversidade de uma ilha remota e misteriosa.

A viagem ocorre em um moderno navio-laboratório, equipado com tecnologia de ponta, garantindo uma estadia segura e produtiva. Durante a jornada, é explicado que a ilha está desabitada há anos, tornando-se um refúgio perfeito para a pesquisa científica. No entanto, há rumores sobre antigas instalações militares e experimentos secretos no local.

Ao se aproximarem da ilha, algo inesperado acontece. Uma explosão súbita no horizonte ilumina o céu noturno, e um pulso eletromagnético desativa os sistemas do navio. Sem controle sobre a embarcação, vocês são levados pela correnteza e naufragam na praia.

Agora, isolados e sem comunicação com o mundo exterior, percebem que a ilha guarda um terrível segredo: níveis perigosos de radiação e sinais de um desastre nuclear recente. A missão científica se transforma em uma corrida pela sobrevivência. Vocês precisam descobrir o que aconteceu, encontrar uma maneira de sair da ilha.

DIÁRIO
DO
CIENTISTA

Sumário

<i>Casa do cientista</i>	4
<i>Casa cientista 2</i>	6
<i>Casa 1</i>	8
<i>Casa 2</i>	10
<i>Casa - Presidente diretor de segurança</i>	12
<i>Floresta</i>	13
<i>Parque</i>	15
<i>Laboratório (centro de pesquisas antigas- cpa)</i>	16
<i>Laboratório</i>	17
<i>Lago</i>	18
<i>Gruta</i>	19
<i>Laboratório Radius</i>	20
<i>Hospital</i>	23
<i>Usina Nuclear</i>	25

Informações

Este é um diário que contém informações de um cientista que trabalhava na usina.

Nesse diário, encontra-se anotações do cientista que pode te ajudar a encontrar informações para sair da ilha. O cientista esteve em cada local, então busque por essas anotações e as informações necessárias para ajudar vocês nessa jornada.

Neste diário, há anotações feitas tanto antes quanto depois do acidente. É importante que vocês usem discernimento ao interpretar essas informações, pois nem todas serão úteis em todas as situações. A maioria das anotações pode ajudar diretamente na fase em que vocês estão, então consultem o diário e procurem as informações relacionadas ao local onde se encontram.

Casa do cientista

Hoje foi um dia dedicado ao estudo das partículas. Estou me aprofundando na análise de cada uma delas e no entendimento mais detalhado de seus métodos de funcionamento. Após concluir esses estudos preliminares, planejo visitar o laboratório Radius para explorar a história de cada partícula e compreender melhor seu papel no desenvolvimento da ciência.

- **Partículas alfa:** São formadas por dois prótons e dois nêutrons (núcleos de hélio) e têm **grande massa e carga positiva**. Elas têm baixa capacidade de penetração e podem ser bloqueadas por uma folha de papel ou a pele humana.
- **Radiação gama:** É uma forma de **radiação eletromagnética** de alta energia e não tem massa nem carga. É altamente penetrante e precisa de espessas camadas de chumbo ou concreto para ser bloqueada.
- **Radiação beta:** *****

Tempo de meia vida

O tempo de meia-vida é o tempo necessário para que metade dos núcleos de um elemento radioativo se desintegre ou decaia, transformando-se em outro elemento ou isótopo. Esse conceito é fundamental para entender como funciona o processo de decaimento radioativo e como a radiação diminui com o tempo.

Cada elemento radioativo tem um tempo de meia-vida específico, que pode variar de frações de segundos a milhões ou até bilhões de anos, dependendo do material. Por exemplo, o Carbono-14, usado na datação de fósseis e artefatos antigos, tem um tempo de meia-vida de aproximadamente 5.730 anos, enquanto o Urânio-238, utilizado em datação geológica, tem uma meia-vida de 4,5 bilhões de anos.

Durante o tempo de meia-vida, metade dos átomos de uma amostra de material radioativo decai, mas o processo não para aí. Após o tempo de duas meias-vidas, restará apenas 25% da quantidade original, e após três meias-vidas, 12,5%, e assim por diante.

Análise do enxofre radioativo- Estou fazendo uma pesquisa mais profunda sobre enxofre e como pode ser utilizado:

O enxofre radioativo, especialmente o enxofre-35, é um isótopo produzido por reações nucleares, geralmente em aceleradores de partículas ou reatores. Ele possui uma meia-vida de cerca de 87 dias e emite radiação beta de baixa energia. É amplamente utilizado em pesquisas científicas, como em estudos de biologia molecular e metabolismo, onde pode ser incorporado em moléculas para rastrear processos biológicos. Apesar de sua baixa energia, deve ser manuseado com cuidado para evitar contaminação e exposição prolongada. Para deixar de ser radioativo é necessárias 10 meias vida, pelo menos.

Casa cientista 2

Hoje decidi visitar a usina para analisar seu funcionamento de perto. Observei atentamente os processos operacionais e revisei diversos relatórios técnicos para compreender melhor seu desempenho. Além disso, realizei pesquisas e entrevistei médicos especialistas para entender os efeitos da radiação no corpo humano. Busquei informações sobre os impactos a curto e longo prazo da exposição, os principais riscos envolvidos e as possíveis formas de mitigação

A exposição à radiação ocorre quando o corpo humano entra em contato com partículas ou ondas emitidas por materiais radioativos. Ela pode ser externa, como em exames de raio-X, ou interna, quando substâncias radioativas são ingeridas ou inaladas. Os efeitos da exposição dependem da dose recebida: doses baixas geralmente não causam danos significativos, mas doses altas podem provocar queimaduras, danos ao DNA, câncer e até morte. Proteções como reduzir o tempo de exposição, aumentar a distância da fonte e usar blindagem são essenciais para minimizar os riscos.

Importante: Rem e Sievert (Sv): Avaliam os efeitos biológicos da radiação em tecidos vivos. O Sievert é a unidade mais usada atualmente, levando em conta o tipo de radiação e sua interação com o organismo.

Explicação do provável funcionamento da usina

Uma usina nuclear gera energia elétrica usando o calor produzido por reações nucleares controladas. O processo acontece no reator nuclear, onde átomos de urânio ou plutônio sofrem(se dividem), liberando uma grande quantidade de calor. Esse calor aquece a água, gerando vapor.

O vapor movimenta turbinas conectadas a geradores, que convertem a energia mecânica em eletricidade. Após isso, o vapor é resfriado, transformado novamente em água e reutilizado.

As usinas nucleares são altamente eficientes e produzem grandes quantidades de energia sem emitir gases do efeito estufa, mas requerem rigorosos sistemas de segurança para evitar acidentes e lidar com os resíduos radioativos.

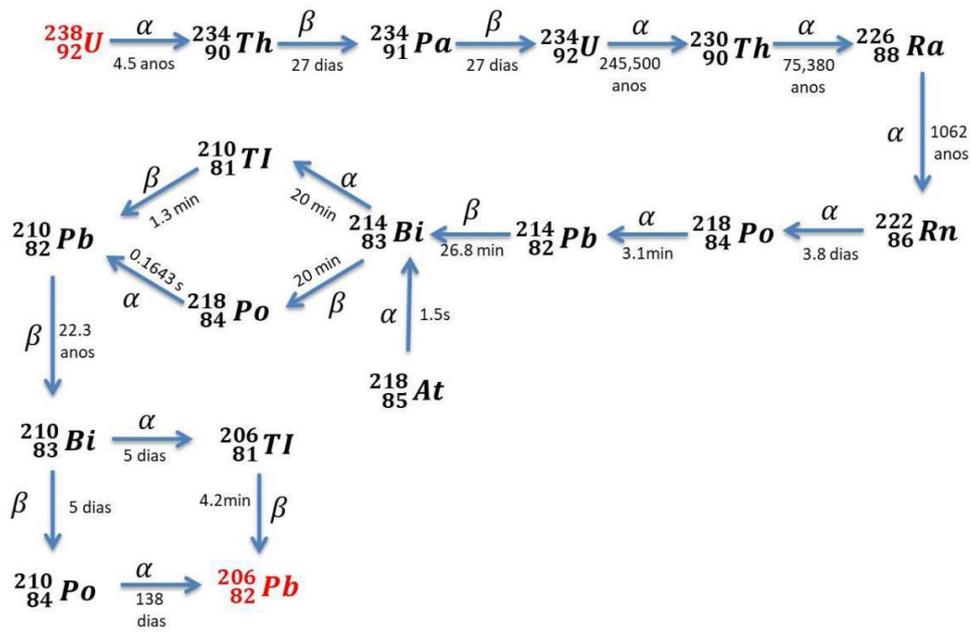
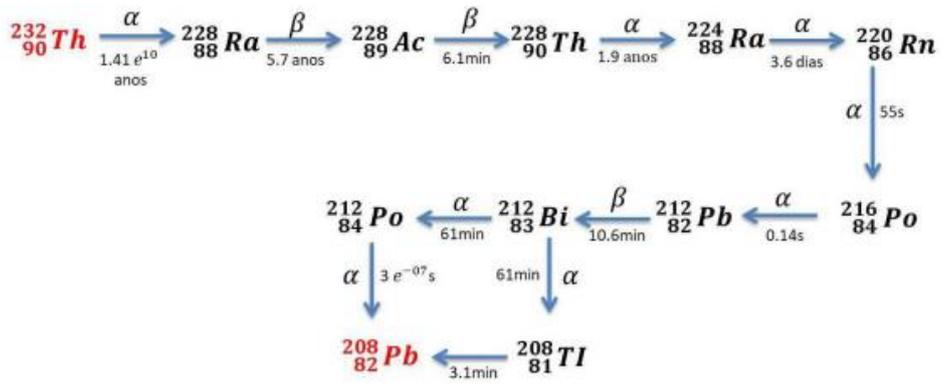
Casa 1

Estou estudando os processos de decaimento radioativo e suas diferentes formas de transformação. Analisei especificamente o decaimento de elementos como o urânio e o tório, observando suas séries de desintegração e os produtos gerados ao longo do tempo. O que mais me chama atenção é a variação no tempo de meia-vida de diferentes isótopos radioativos, pois alguns levam poucos segundos para decair, enquanto outros podem permanecer radioativos por milhões ou até bilhões de anos antes de se tornarem estáveis. Esse fator é crucial na avaliação dos impactos ambientais e na segurança radiológica, pois, dependendo do tipo de isótopo presente em uma contaminação, a área afetada pode permanecer inabitável por séculos ou até milênios. Isso reforça a importância de um manejo adequado de materiais radioativos e do desenvolvimento de estratégias para minimizar os riscos associados à radiação.

O decaimento radioativo é o processo natural pelo qual átomos instáveis de um elemento se transformam em átomos mais estáveis, liberando energia na forma de radiação. Existem três principais tipos de decaimento: alfa, onde partículas pesadas são emitidas; beta, com a transformação de um nêutron em próton ou vice-versa, liberando elétrons ou pósitrons; e gama, que emite radiação eletromagnética sem alterar a composição do núcleo

Urânio-238 se transforma em Chumbo-206.

Outro exemplo do decaimento:



Casa 2

(Trabalhador da Usina)

Esse é um estudo enviado ao cientista sobre um acidente que aconteceu no Brasil.

O acidente de Goiânia ocorreu em 13 de setembro de 1987 e é considerado um dos piores acidentes radioativos da história. Ele aconteceu quando dois catadores de sucata encontraram um aparelho de radioterapia abandonado em uma clínica desativada no centro de Goiânia, Goiás. O aparelho continha Césio-137, uma substância altamente radioativa. Os catadores abriram o equipamento e, fascinados pela substância que brilhava no escuro, levaram parte do material para casa. Isso resultou em contaminação radioativa em várias áreas da cidade. O acidente levou à morte de quatro pessoas, à contaminação de centenas e à evacuação de áreas afetadas. Mais de 100 mil pessoas foram monitoradas, e várias casas e objetos tiveram que ser destruídos ou descontaminados.

Como foi feita a descontaminação após o acidente de Goiânia?

Após o acidente de Goiânia, uma grande operação de descontaminação foi iniciada. Equipamentos e especialistas do Brasil e de outros países foram mobilizados. Muitas casas e prédios tiveram que ser destruídos porque a radiação havia se infiltrado em paredes, móveis e objetos. O solo de áreas contaminadas foi removido e enterrado em locais controlados. Pessoas contaminadas foram isoladas e tratadas, e seus

pertences pessoais, incluindo roupas e utensílios, foram incinerados ou descartados. A descontaminação foi difícil, pois a radiação do Césio-137 pode ser persistente e difícil de remover completamente. O acidente resultou na geração de toneladas de lixo radioativo, que foi armazenado em locais seguros.

No acidente, muitas vítimas sofreram envenenamento por radiação devido ao manuseio inadequado do material radioativo e à falta de conhecimento sobre os perigos do Césio-137.

Casa – Presidente diretor de segurança

“Carta escrita pela Diretora de segurança para o cientista.

Caro,

Recentemente, estive revisando os protocolos de segurança da usina nuclear e fiquei alarmado com alguns dos resultados que obtivemos. Durante os testes, percebemos que o sistema de contenção apresenta uma vulnerabilidade significativa em relação ao resfriamento do núcleo em caso de falha de energia. A análise revelou que, caso o sistema de resfriamento falhe, a temperatura do núcleo do reator pode subir rapidamente, aumentando o risco de derretimento. Isso ocorre porque, sem resfriamento adequado, o calor gerado pelas reações nucleares continua se acumulando, podendo levar a um acidente grave.

Para evitar esse cenário, sugiro que adotemos um sistema de redundância para os geradores de emergência, garantindo que haja fontes alternativas de energia para manter o resfriamento. Além disso, é fundamental desenvolver um plano de evacuação para as áreas próximas, garantindo a segurança da população em caso de emergência.

A segurança deve ser nossa prioridade absoluta. Precisamos discutir esse assunto na próxima reunião e elaborar um relatório detalhado com as medidas necessárias para minimizar os riscos.

Atenciosamente,

Helena Almeida”

Floresta

Aqui estão algumas características da Floresta Vermelha:

1. **Árvores Mortas e Mutação Vegetal:** Após o acidente, a vegetação original da floresta morreu rapidamente. Muitas árvores caíram ou foram removidas, e a área foi enterrada para conter a radiação. No entanto, a vegetação que se regenerou apresenta sinais de mutação, como deformidades nas árvores e plantas que crescem de maneira incomum.
2. **Altos Níveis de Radiação:** A Floresta Vermelha é considerada uma das zonas mais radioativas da Terra. Mesmo décadas após o desastre, o solo e a vegetação ainda emitem radiação intensa. O nível de radiação é alto o suficiente para que a exposição prolongada seja perigosa para humanos.
3. **Vida Selvagem:** Apesar da contaminação, a Floresta Vermelha se tornou um inesperado refúgio para a vida selvagem. Animais como lobos, alces, raposas e javalis, além de várias espécies de aves, são encontrados na área. A ausência da presença humana permitiu que a fauna florescesse, embora alguns animais apresentem mutações sutis.
4. **Atmosfera Sinistra:** A Floresta Vermelha tem uma atmosfera fantasmagórica. O silêncio da área, combinado com as árvores mortas, deformadas e a coloração incomum, cria um cenário desolador e estranho. A vegetação que se regenerou muitas vezes parece retorcida e fora do comum, dando a sensação de que a própria natureza foi afetada pela radiação.

5. *Isolamento e Contenção:* A Floresta Vermelha faz parte da zona de exclusão de Chernobyl, uma área restrita onde a presença humana é limitada. Há áreas onde o nível de radiação é alto o suficiente para ser detectado por instrumentos mesmo a uma grande distância.

Nesse local existe um item curinga que pode ajudar vocês a entrarem na usina.

Parque

Hoje dediquei meu estudo à intensidade da radiação, explorando sua fórmula e os impactos que pode causar na vida das pessoas. A intensidade da radiação segue a Lei do Inverso do Quadrado da Distância, o que significa que sua força diminui exponencialmente à medida que nos afastamos da fonte emissora.

Visitei o parque hoje e encontrei um cenário desolador. Antes frequentado por muitas pessoas, o local está completamente devastado. Para garantir minha segurança, utilizei um contador Geiger para medir os níveis de radiação e determinar um tempo seguro de permanência na área. A dosagem de radiação absorvida pelo corpo segue o conceito de dose equivalente, medido em sieverts (Sv), e deve ser monitorada para evitar efeitos nocivos, como danos celulares e mutações genéticas.

Definição de como saber a intensidade da radiação.

$$I_1 = I_2 \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

Sempre que vou nessa floresta uso um contador Geiger, para saber o tempo que posso ficar lá.

Laboratório (centro de pesquisas antigas- cpa)

Hoje, passei o dia no laboratório de pesquisas antigas e tive a oportunidade de acessar materiais realmente valiosos. Consegui algumas anotações detalhadas sobre as "garotas do rádio", um tema fascinante que explora a importância feminina. Além disso, também encontrei diversas pesquisas relacionadas à história, que oferecem uma nova perspectiva sobre eventos e figuras do passado.

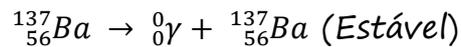
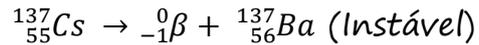
Relógios antigos, especialmente fabricados nas primeiras décadas do século 20, eram revestidos com uma substância que brilhava no escuro graças à presença de um elemento radioativo. As trabalhadoras que aplicavam a tinta de rádio nesses relógios ficaram conhecidas como as "Garotas do Rádio", e muitas delas sofreram graves problemas de saúde devido à exposição à radiação. O problema de saúde surgiu porque as trabalhadoras, as "Garotas do Rádio", frequentemente usavam pincéis finos para aplicar a tinta e, para moldar as cerdas, acabavam levando o pincel à boca, ingerindo pequenas quantidades de rádio....

Pesquisas sobre Raios X

Durante a Primeira Guerra Mundial, a tecnologia de raios X desempenhou um papel crucial no tratamento de soldados feridos no campo de batalha. Muitas vidas foram salvas graças à descoberta dos raios X.

Laboratório

Decaimento do Césio(Cs^{137})



O chumbo é amplamente utilizado como barreira contra a radiação devido à sua alta densidade e capacidade de absorver partículas e raios gama. Ele não é radioativo, mas sua estrutura atômica permite bloquear efetivamente radiações de alta energia, protegendo pessoas e equipamentos. Por isso, é comum em blindagens de reatores nucleares, coletes de proteção em exames médicos, como raios-X, e embalagens de transporte de materiais radioativos.

Lago

O lago, tornou-se extremamente perigoso porque foi utilizado durante décadas para o descarte de resíduos nucleares de uma instalação de armas nucleares próxima chamada Mayak. Resíduos de reatores e produtos de fissão altamente radioativos foram despejados no lago sem medidas adequadas de contenção.

O lixo nuclear descartado contém isótopos de longa vida, como o estrôncio-90 e o césio-137, que emitem radiação ionizante. Com o tempo, a radiação na área ao redor do lago atingiu níveis tão altos que, em alguns pontos, uma pessoa exposta por apenas uma hora poderia receber uma dose letal de radiação.

Durante períodos de seca, o leito do lago secava parcialmente, permitindo que os ventos levantassem a poeira radioativa, espalhando a contaminação por uma área ainda maior. Existem anotações deixadas enterradas ao lado do lago.

Gruta

Escrevo aqui algumas formulas importantes que podem me ajudar a entender algumas coisas.....

$$\text{Tempo} = \frac{\text{Dose limite}}{\text{Taxa de Radiação}}$$

$$\text{Tempo} = \frac{\text{Dose Letal}}{\text{Taxa de radiação}}$$

$$I_1 = I_2 \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

Ao chegar na gruta resolvi esconder minha caixa com algumas informações importantes, assim posso buscar depois.....

Ao final da gruta existe uma caixa muito importante.....

Laboratório Rádus

1. Medicina

- *Radioterapia: Tratamento de câncer por meio da destruição de células tumorais.*
- *Diagnóstico por Imagem: Uso de raios X, tomografia computadorizada (CT) e PET scans para diagnosticar doenças e lesões.*
- *Esterilização de Equipamentos Médicos: Radiação usada para esterilizar materiais e instrumentos médicos sem o uso de calor.*

2. Agricultura e Segurança Alimentar

- *Irradiação de Alimentos: Eliminação de bactérias, fungos e outros patógenos, prolongando a vida útil e a segurança dos alimentos.*
- *Controle de Pragas: Técnica de esterilização de insetos com radiação para controle biológico, evitando o uso excessivo de pesticidas.*
- *Aumento da Produtividade Agrícola: Estudo de mutações benéficas em plantas para produzir variedades mais resistentes e nutritivas.*

3. Energia

- *Energia Nuclear: Produção de eletricidade limpa e eficiente a partir da fissão nuclear, com baixo impacto de emissões de carbono.*

- *Produção de Hidrogênio:* Uso da radiação em processos que separam hidrogênio da água, possibilitando uma futura fonte limpa de energia.

4. *Arqueologia e Geologia*

- *Datação por Carbono-14:* Técnica para determinar a idade de materiais orgânicos em fósseis e artefatos, essencial para estudos históricos.
- *Datação de Rochas e Minerais:* Uso de radioatividade para determinar a idade de formações geológicas e entender a história do planeta.

5. *Segurança*

- *Scanners de Segurança:* Aplicação de radiação de baixa dose em aeroportos e áreas de grande circulação para detectar armas e explosivos sem abrir bagagens.
- *Detecção de Explosivos e Materiais Radioativos:* Técnicas para detectar dispositivos perigosos em tempo real, reforçando a segurança pública.

6. *Pesquisa Científica e Industrial*

- *Traçadores Radioativos:* Uso em pesquisas biológicas, médicas e industriais para seguir e estudar processos naturais e verificar sistemas.
- *Controle de Qualidade:* Inspeção de materiais e soldas em indústrias usando radiação para identificar defeitos internos.

- *Estudo de Processos Químicos e Biológicos: Uso de isótopos radioativos para rastrear e analisar reações e processos complexos.*

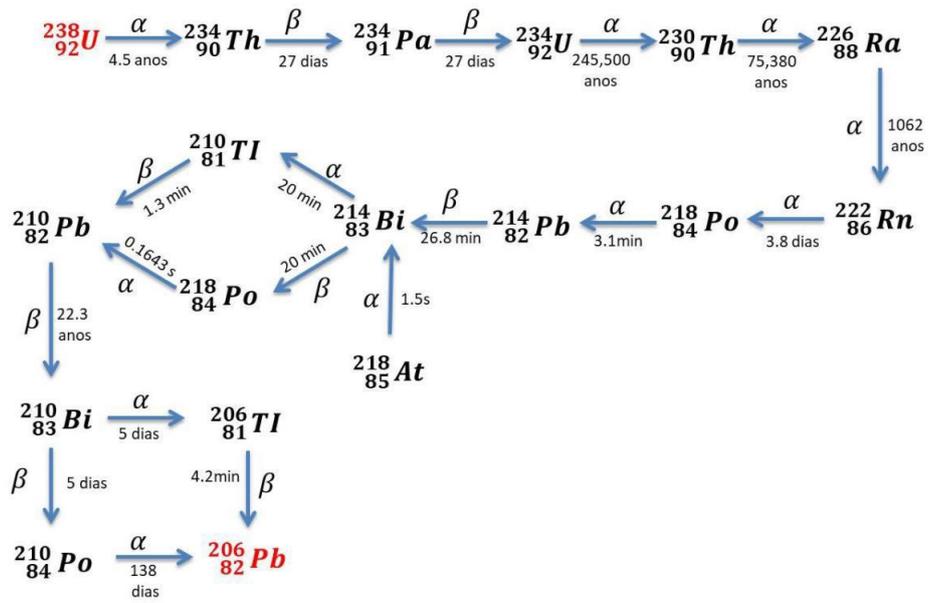
Hospital

Diário do cientista: Quando entrei nesse hospital, o que percebi foi um cenário desolador. As salas estavam cheias, e a equipe médica, pouco equipada para lidar com níveis tão intensos de radiação, trabalhava sob pressão e incerteza. Roupas, botas e equipamentos dos trabalhadores, altamente contaminados, eram jogados às pressas nos porões e nas salas de descarte. Esses itens vão emitir radiação por muitos anos.

As paredes e superfícies eram limpas constantemente na tentativa de conter a contaminação, mas a radiação se impregnava nos materiais e até nos lençóis das camas, deixando o local permanentemente marcado pelo desastre. Os corredores ficavam lotados de pacientes deitados em macas ou no chão, alguns esperando por atendimento, outros em observação, enquanto médicos e enfermeiras tentavam lidar com o caos e os sintomas alarmantes dos pacientes.

Limites de Exposição:

- *A dose máxima anual recomendada para trabalhadores da área nuclear é de 20 mSv/ano em muitos países (com limite de 50 mSv em um único ano em situações excepcionais).*
- *Para o público em geral, o limite recomendado é de 1 mSv por ano.*



Usina Nuclear

Tentativas de explicação do que aconteceu:

A explosão do Reator ocorreu durante um teste de segurança. Que de início foi programado, mas ao logo do dia os planos mudaram, porque?

Será que o problema foi humano? Ou não? Porque a equipe não estava preparada? Porque o chefe não parou o teste?

Durante um teste de segurança, a explosão do reator ocorreu de forma inesperada. Inicialmente, o teste estava programado para avaliar se a energia residual seria suficiente para manter as bombas de resfriamento ativas em caso de queda de energia. Contudo, conforme o dia avançava, mudanças de planos surgiram, levantando questionamentos: teria o problema sido causado por erros humanos, pela falta de preparo da equipe ou por decisões equivocadas da liderança?

A análise inicial indica que o desastre foi resultado de uma combinação de falhas de projeto do reator RBMK e erros operacionais cometidos durante o teste. Essas vulnerabilidades, somadas a fatores imprevistos, desencadearam uma reação descontrolada, culminando na explosão do reator.

lodo e seus isótopos: I^{53} ; I^{131} ; I^{127}

					18 2 He Hélio
13 5 B Boro	14 6 C Carbono	15 7 N Nitrogênio	16 8 O Oxigênio	17 9 F Flúor	10 Ne Neônio
13 Al Alumínio	14 Si Silício	15 P Fósforo	16 S Enxofre	17 Cl Cloro	18 Ar Argônio
31 Ga Gálio	32 Ge Germânio	33 As Arsênio	34 Se Selênio	35 Br Bromo	36 Kr Kriptônio
49 In Índio	50 Sn Estanho	51 Sb Antimônio	52 Te Telúrio	53 I Iodo	54 Xe Xenônio
81 Tl Tálio	82 Pb Chumbo	83 Bi Bismuto	84 Po Polônio	85 At Ástato	86 Rn Radônio
113 Nh Ununtrio	114 Fl Fleróvio	115 Mc Ununpentio	116 Lv Livermório	117 Ts Ununséptio	118 Og Oganessônio
66 Dy Disprósio	67 Ho Hólmio	68 Er Érbio	69 Tm Tólio	70 Yb Ítérbio	71 Lu Lutécio
98 Cf Califórnio	99 Es Einsteinio	100 Fm Férmio	101 Md Mendelévio	102 No Nobélio	103 Lr Laurêncio

LIVRO

DO

MESTRE

Sumário

1.	Apresentação do Jogo Didático.....	3
1.1.	Introdução.....	4
1.2.	Objetivo Pedagógico  	4
2.	Manual do Jogo: Guia Completo.....	5
2.1	Escolhendo o Mestre 	5
2.2	Guia do Mestre: Seu Papel na Condução do Jogo 	6
2.3	Respostas do jogo	7
2.4	Tempo de Jogo e Adaptações	7
2.5	Flexibilidade para o Professor	9
3.	Como Funciona o Jogo.....	9
3.1	Locais dentro do Jogo:.....	10
4.	Além do reator – Desafios na Cidade Radioativa	13
5.	Orientação do jogo	15
	CASA DO CIENTISTA	15
	CASA CIENTISTA 2	19
	CASA 1	24
	CASA 2	26
	CASA - DIRETOR DE SEGURANÇA	30
	FLORESTA	33
	PARQUE	35
	LABORATÓRIO (CENTRO DE PESQUISAS ANTIGAS - CPA)	39
	LABORATÓRIO	45
	LAGO	52
	GRUTA ABANDONADA	55
	LABORATÓRIO RADIUS	59
	HOSPITAL	62
	USINA NUCLEAR	73
6.	Perguntas extras que podem ser usadas pelos professores	94

1. Apresentação do Jogo Didático

Prezado(a) professor(a),

É com grande satisfação que apresentamos este jogo didático, desenvolvido para auxiliar no ensino de Física Nuclear de forma dinâmica e interativa. O jogo propõe uma abordagem lúdica para trabalhar conceitos científicos em sala de aula, estimulando o raciocínio crítico, a tomada de decisões estratégicas e a colaboração entre os alunos.

A trama do jogo se desenvolve em uma ilha contaminada por radiação, onde os alunos, após um problema inesperado em sua embarcação, se veem obrigados a encontrar uma maneira de escapar antes que o tempo se esgote. Para isso, precisarão explorar diferentes locais do mapa, enfrentando desafios e resolvendo situações-problema que envolvem conceitos de Física Nuclear. Cada decisão tomada impacta diretamente o tempo disponível para a fuga, tornando essencial a análise cuidadosa das estratégias.

O jogo é conduzido por um mestre, que assume o papel de mediador, responsável por apresentar os desafios, registrar o desempenho dos jogadores e garantir a dinâmica do jogo. Os alunos, por sua vez, podem jogar em grupos de três a seis participantes, com a possibilidade de estabelecer um tempo máximo de partida, conforme a necessidade do professor. O jogo também permite a adaptação de regras, podendo ser utilizado como uma atividade complementar ou uma avaliação lúdica do conteúdo.

Além de tornar o aprendizado mais engajador, o jogo favorece a contextualização dos conceitos científicos, aproximando a teoria da prática por meio da resolução de problemas em um cenário fictício, mas baseado em princípios reais da Física Nuclear e das radiações. A experiência do jogo estimula a curiosidade e o envolvimento ativo dos alunos, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e significativo.

Esperamos que esta ferramenta contribua para o enriquecimento do ensino de Física e para o desenvolvimento das habilidades analíticas e cooperativas dos alunos.

Além do Reator- Desafios na cidade radioativa

 seja bem-vindo! Se você tem esse livro em mãos, você é o mestre do jogo. Isso significa que o andamento do jogo, o bom funcionamento, fazer com que as regras sejam cumpridas tudo isso é uma responsabilidade sua, e por esse motivo é muito importante que você conheça todo o funcionamento do jogo e sua missão.

1.1.Introdução

 Além do reator - Desafio é um jogo de tabuleiro educativo desenvolvido para auxiliar no ensino de Física Nuclear de forma dinâmica e interativa. Criado para envolver os alunos em uma experiência imersiva, o jogo os coloca no papel de exploradores que, após um problema em sua embarcação, acabam presos em uma ilha contaminada por radiação. Seu objetivo é escapar da ilha em um tempo fictício de 24 horas dentro do jogo, enfrentando desafios e tomando decisões estratégicas baseadas em conceitos científicos.

1.2. Objetivo Pedagógico

O jogo foi elaborado para complementar o ensino de Física Nuclear no Ensino Médio, promovendo o aprendizado através de situações-problema, raciocínio lógico e trabalho em equipe. Ele proporciona:

- Aprendizado ativo e envolvente;
- Desenvolvimento do pensamento crítico e da tomada de decisões;
- Integração de conceitos científicos a um cenário prático e lúdico;
- Trabalho em equipe e gestão de recursos.

2. Manual do Jogo: Guia Completo

Este manual contém todas as informações necessárias para compreender e conduzir o jogo de forma eficaz. Nele, você encontrará:

- **Regras e Dinâmicas:** Descrição detalhada das regras do jogo, incluindo suas dinâmicas e possibilidades.
- **Orientações para o Mestre:** Instruções específicas para o mestre do jogo, seja ele o professor ou outro responsável, sobre como orientar os alunos durante a partida.
- **Materiais para os Alunos:** Modelos de materiais que podem ser entregues aos alunos, terá uma orientação direta.
- **Espaço para Anotações:** Seções dedicadas para que o mestre possa fazer anotações relevantes ao andamento do jogo e ao desempenho dos participantes.

2.1 Escolhendo o Mestre

A proposta inicial é que o professor assuma o papel de mestre. No entanto, caso seja necessário dividir a turma, o professor pode designar alguns alunos para desempenharem essa função, oferecendo supervisão ocasional sempre que necessário. Os alunos designados como mestres contarão com o suporte completo desse livro guiá-los na condução do jogo.

O Mestre é responsável por coordenar o jogo, garantir que as regras sejam seguidas e guiar os jogadores em sua jornada pela ilha contaminada. Ele também controla o andamento da partida, verifica respostas e distribui penalidades ou recompensas. Em resumo, o Mestre:

- Garante que os jogadores sigam as regras;
- Lê as descrições dos locais e desafios;

- Controla o tempo da partida e registra ganho/perda de horas;
- Fornece informações adicionais e media o jogo quando necessário.

2.2 Guia do Mestre: Seu Papel na Condução do Jogo

Como Mestre, você desempenha um papel fundamental na orientação e condução da partida. Sua função é garantir que as regras sejam seguidas e que os jogadores tenham uma experiência envolvente e educativa. Ao escolherem um local para explorar, é sua responsabilidade apresentar as possibilidades disponíveis, informar quantas fases existem naquele local, orientar os jogadores e criar uma atmosfera imersiva ao ler as descrições correspondentes.

Em resumo, o Mestre:

- Garante que os jogadores sigam as regras;
- Lê as descrições dos locais e desafios;
- Controla o tempo da partida e registra ganho/perda de horas;

Além disso, você deve verificar as respostas dos alunos, organizar as consequências das decisões tomadas, controlar o tempo acumulado e gerenciar toda a dinâmica da partida. É essencial incentivar a colaboração entre os jogadores, garantindo que todos participem ativamente e contribuam para a resolução dos desafios. Estimular a discussão, promover a argumentação e manter a imersão no ambiente do jogo são aspectos-chave de sua função.

Para auxiliá-lo nessa tarefa, este livro reúne todas as informações necessárias para a condução do jogo, incluindo:

- **Descrição dos locais:** Detalhes sobre cada área que os jogadores podem explorar.
- **Número de fases em cada local:** Informações sobre as etapas que compõem cada área.
- **Fases essenciais para o progresso do jogo:** Indicação das etapas críticas para o avanço na narrativa.

- **Contextos e situações-problema:** Cenários e desafios que os jogadores deverão enfrentar.
- **Consequências das ações dos jogadores:** Resultados possíveis das decisões tomadas pelos participantes.
- **Elementos extras que enriquecem a dinâmica da partida:** Componentes adicionais que tornam o jogo mais envolvente.

2.3 Respostas do jogo

Este livro também contém as respostas esperadas para as perguntas que surgem ao longo do jogo, servindo como uma fonte de consulta para você. Isso é especialmente útil quando o Mestre é um aluno escolhido pelo professor, pois o material oferece toda a base necessária para conduzir o jogo de forma eficiente, com o apoio e a supervisão do professor sempre que for preciso.

2.4 Tempo de Jogo e Adaptações

Como Mestre, é essencial que você compreenda e gerencie as duas categorias de tempo no jogo: o "*tempo do jogo*" e o "*tempo real*". O "*tempo do jogo*" representa o período fictício que os jogadores têm para escapar da ilha contaminada, começando em 0 horas e podendo acumular até 24 horas. Este limite simboliza o tempo máximo que os jogadores podem suportar a contaminação antes de sucumbirem, resultando na perda da partida.

O acúmulo de horas no "*tempo do jogo*" ocorre de diversas formas:

- Escolha por passar por fases: Cada fase explorada adiciona horas ao total acumulado, representando o tempo gasto na exploração. Acrescenta 2h na partida.
- Uso de dicas: Solicitar dicas implica em penalidades de tempo, aumentando o total de horas acumuladas. Acrescenta 2h na partida.

- Respostas incorretas: Erros nas respostas resultam em penalidades de tempo, atrasando o progresso do grupo. Acrescenta 2h na partida.

É fundamental que você controle rigorosamente o "*tempo do jogo*", registrando o acúmulo de horas conforme as ações dos jogadores. Lembre-se: ao atingir o limite de 24 horas, os jogadores perdem a partida. Portanto, incentive-os a gerenciar o tempo de forma estratégica, refletindo antes de explorar todas as fases e considerando as consequências de suas decisões. Uma gestão cuidadosa do tempo é essencial para o sucesso da missão e para manter o dinamismo da partida.

O tempo real da partida é estimado em 90 minutos. Esse limite foi pensado para facilitar a aplicação do jogo em diferentes contextos escolares, permitindo que professores o utilizem de forma prática em salas de aula com horários variados.

Apesar disso, o tempo real não é fixo. O jogo é flexível e pode ser adaptado de acordo com a disponibilidade do professor. Caso haja mais tempo, é possível:

- Adicionar novas fases;
- Modificar as consequências de determinadas ações;
- Estimular maior interação entre os alunos;
- Prolongar a duração da partida.

No jogo, é dada prioridade à tentativa de acertar em vez de simplesmente usar respostas aleatórias. Dessa forma, uma resposta diretamente incorreta resulta em uma penalização de mais horas (3h), enquanto respostas com auxílio das cartas acarretam em uma penalização menor (2h).

Ao final da partida, você pode comparar o "*tempo do jogo*" acumulado por cada grupo. Embora todos os grupos que escapem da ilha dentro do tempo estabelecido sejam considerados vencedores, essa comparação pode destacar o grupo que concluiu a missão de forma mais eficiente. Essa abordagem é opcional e deve ser alinhada aos objetivos educacionais definidos por você e pelo professor.

2.5 Flexibilidade para o Professor

O Mestre tem a possibilidade de modificar as perguntas apresentadas no jogo. Isso permite que o professor adapte o jogo à realidade de sua turma, tornando a experiência mais personalizada e dinâmica. Além disso, essa flexibilidade possibilita que o jogo seja jogado diversas vezes sem perder o interesse dos alunos.

O professor também pode alterar as fases essenciais para a conclusão do jogo. Dessa forma, os objetivos nunca serão exatamente os mesmos, tornando cada partida única. Existe ainda a possibilidade de manter os mesmos ambientes, mas mudar as perguntas, garantindo variedade e desafios diferentes a cada nova sessão.

Outra possibilidade é adicionar desafios extras, como missões secundárias ou elementos surpresa que podem modificar o andamento da partida, exigindo que os jogadores pensem estrategicamente sobre suas escolhas.

Como algumas fases não são essenciais para a resolução dos desafios, é possível que os alunos não passem por todas elas. Caso o tempo disponível seja limitado, o professor, ou mestre, pode orientar os alunos sobre quais locais devem ir otimizando o tempo para garantir a finalização da partida. Embora essa intervenção possa reduzir um pouco o dinamismo do jogo, ela não compromete seu objetivo principal, que é o aprendizado.

3. Como Funciona o Jogo

Siga os seguintes passos:

1. **Escolha do Mestre:** Você, como professor, ou um aluno designado, assumirá o papel de Mestre. 📖
2. **Definição dos Jogadores:** Forme grupos de 3 a 6 jogadores, além do Mestre. Esse número pode ser ajustado conforme necessário. 👥
3. **Exploração da Ilha:** Os jogadores escolhem quais locais explorar no tabuleiro. Cada escolha consome um número específico de horas. 📖 ⏳
4. **Descrição dos Locais:** Cada local possui uma descrição específica que você deverá ler antes do início de cada fase. 📖
5. **Fluxo de Jogo:**
 - Os jogadores escolhem um local para explorar. 📍
 - Você lê a descrição do local e informa as fases disponíveis. 👤
 - Os jogadores escolhem qual fase jogar. 🎯
 - Você lê o contexto da fase e apresenta a pergunta. ❓
 - Os jogadores respondem. 🗨️
 - Registre se ganharam ou perderam horas. 🕒 + -
 - Se houver outras consequências, forneça os elementos adicionais. ⚠️
 - Se houver outras consequências, o Mestre fornece elementos adicionais.
 - O ciclo se repete até que os jogadores escapem da ilha ou fiquem sem tempo. 🏃 🌴 ⏳

3.1 Locais dentro do Jogo:

- Casa do cientista 1
- Casa do cientista 2
- Casa 1

- Casas 2
- Casa diretor de segurança da usina
- Hospital
- Lago
- Parque da cidade
- Laboratório
- Laboratório CPA – Centro de pesquisas antigas
- Laboratório Radius
- Gruta
- Floresta vermelha
- Usina

Para que os jogadores consigam escapar da ilha e vencer o jogo, é essencial que explorem os seguintes locais e completem as fases correspondentes:

- **Casa do Cientista 1** 
 - Fase 1
- **Casa 2** 
- **Casa do Diretor de Segurança** 
- **Lago** 
- **Laboratório Radius** 
- **Locais dentro da Usina** 
 - Fase 1
 - Fase 2
 - Fase 5
 - Fase 7

ORIENTAÇÃO DO JOGO

4. Além do reator – Desafios na Cidade Radioativa

Parabéns por assumir o papel de Mestre nesta aventura! Como guia e narrador, você possui todas as ferramentas necessárias para conduzir o jogo de maneira envolvente e dinâmica. A seguir, apresentamos as diretrizes essenciais para iniciar e orientar a partida:

Início do Jogo

1. Introdução da História: Comece lendo a narrativa inicial aos jogadores, estabelecendo o cenário e o contexto da expedição. Isso ajudará a imergi-los na atmosfera do jogo.
2. Orientações aos Jogadores: Após a introdução da história, também se encontra o que precisa ser lido aos alunos, com o título de “orientações dadas aos alunos”.
3. Distribuição do diário do Cientista: Entregue este material aos jogadores, permitindo que escolham a fase inicial que desejam explorar.

Lembre-se, como Mestre, você é o fio condutor que une todos os elementos do jogo. Sua orientação é fundamental para que os jogadores vivenciem uma jornada memorável. Boa sorte e que todos desfrutem desta expedição emocionante!

INÍCIO DO JOGO

Vocês são um grupo de estudantes escolhidos para uma expedição científica única, com o objetivo de estudar ecossistemas isolados e coletar dados sobre a biodiversidade de uma ilha remota e misteriosa.

A viagem ocorre em um moderno navio-laboratório, equipado com tecnologia de ponta, garantindo uma estadia segura e produtiva. Durante a jornada, é explicado que a ilha está desabitada há anos, tornando-se um refúgio perfeito para a pesquisa científica. No entanto, há rumores sobre antigas instalações militares e experimentos secretos no local.

Ao se aproximarem da ilha, algo inesperado acontece. Uma explosão súbita no horizonte ilumina o céu noturno, e um pulso eletromagnético desativa os sistemas do navio. Sem controle sobre a embarcação, vocês são levados pela correnteza e naufragam na praia.

Agora, isolados e sem comunicação com o mundo exterior, percebem que a ilha guarda um terrível segredo: níveis perigosos de radiação e sinais de um desastre nuclear

recente. A missão científica se transforma em uma corrida pela sobrevivência. Vocês precisam descobrir o que aconteceu, encontrar uma maneira de sair da ilha.

Orientações dadas aos alunos.

O grupo de vocês entra e observa o quarto do cientista, vocês encontraram um diário de um cientista que trabalhava na usina. Nesse diário, encontra-se anotações do cientista que pode ajudar vocês a encontrar informações para sair da ilha. O cientista esteve em cada local, então busque por essas anotações e as informações necessárias para ajudar vocês nessa jornada.

Neste diário, há anotações feitas tanto antes quanto depois do acidente. É importante que vocês usem discernimento ao interpretar essas informações, pois nem todas serão úteis em todas as situações. A maioria das anotações pode ajudar diretamente na fase em que vocês estão, então consultem o diário e procurem as informações relacionadas ao local onde se encontram. Escolham um local no mapa para começar a jornada de vocês, lembrando a usina é o único local que não pode ser acessada nas primeiras jogadas.

5. Orientação do jogo

CASA DO CIENTISTA

Local com 2 fases

Descrição: Quarto do cientista

Imagine um quarto sombrio, silencioso e coberto por uma espessa camada de poeira, resultado de anos de abandono após um acidente nuclear. O ar é pesado, com uma ligeira luminosidade filtrada por janelas sujas e quebradas. No centro, uma mesa de trabalho robusta, com instrumentos científicos enferrujados e parcialmente desintegrados. Amostras de materiais nucleares, agora perigosamente instáveis, ainda estão presentes, encapsuladas em recipientes de vidro rachados e metálicos corroídos pelo tempo. Algumas dessas amostras emitem um brilho fraco e assustador, o que cria uma sensação de perigo iminente.

Ao redor do quarto, prateleiras estão desmoronando, repletas de livros científicos com páginas amareladas e rasgadas, muitos deles caídos no chão em desordem, cobertos pela poeira acumulada. Fórmulas complexas ainda podem ser vistas em pedaços de papel espalhados e presos a um quadro-negro em ruínas, onde equações físicas não resolvidas se misturam com desenhos de experimentos nunca concluídos. Há sinais claros de que o cientista estava no meio de algo importante quando foi forçado a abandonar tudo.

Jalecos brancos manchados de tempo e sujeira estão jogados sobre cadeiras velhas e no chão, como se o dono tivesse saído às pressas. Perto de um canto, frascos de substâncias químicas se misturam com cadernos de anotações, muitos deles abertos, revelando equações e teorias inacabadas.

Fase 1

Contexto: Vocês encontram, ao centro da mesa, um objeto que à primeira vista parece uma chave, capaz de dar acesso a locais importantes. No entanto, todos percebem que a chave está próxima a alguns experimentos do cientista e apresenta uma coloração diferente. Com a ajuda do diário, é possível identificar de qual elemento se trata.

Pergunta: Com base no conhecimento sobre meia-vida, vocês devem decidir se pegam a chave ou não, sabendo que o local pode estar abandonado há pelo menos 15 anos.



Dica: Olhar o tempo necessário para deixar de ser radioativo. Olhar a fórmula de meia vida.

Resposta: A chave pode ser obtida. Considerando que o enxofre tem um período de meia-vida de 87,5 dias, seriam necessárias pelo menos 10 meias-vidas para que deixasse de ser radioativo. Portanto, basta fazer a multiplicação."

Período de meia vida= $10 \times 87,5$ dias = 875 dias, ou seja, aproximadamente= 2,4 anos.

Consequência:

Resposta certa: vocês obtêm a chave, que permitirá acesso à Casa 2. Com isso, poderão explorar esse novo local sem impedimentos, avançando ainda mais na jornada. Certifiquem-se de aproveitar bem essa oportunidade!

Entregar ao grupo



Resposta errada: Infelizmente, ao errar, vocês não conseguiram obter a chave e acabaram perdendo tempo procurando alternativas. Como consequência, 3 horas foram adicionadas ao tempo total de jogo.

Fase 2

Contexto: Enquanto ainda estão no quarto do cientista, vocês encontram um dispositivo preso na parede que ainda está funcionando, capaz de medir diferentes tipos de radiação: alfa, beta e gama. Ao analisar o ambiente, o dispositivo detecta uma emissão intensa de partículas beta. Sabendo que a radiação beta é composta por elétrons de alta energia, vocês precisam decidir como investigar a área sem se expor a riscos elevados.

Pergunta: Descreva o que são partículas beta e como é a sua capacidade de penetração?



Resposta: As partículas beta são elétrons ou pósitrons emitidos por núcleos instáveis durante o decaimento beta. Elas têm massa pequena e carga elétrica (negativa para elétrons e positiva para pósitrons). As partículas beta tem uma capacidade de penetração

intermediária: elas podem atravessar a pele, mas podem ser bloqueadas por alguns milímetros de alumínio ou vidro.

Consequência:

Resposta certa: Parabéns, vocês conseguiram investigar a casa, e de maneira correta, com isso vocês tiveram uma redução de 2h no tempo de vocês.

Resposta errada: Vocês não investigaram a casa corretamente, o que resultou em perda de tempo sem obter nenhuma informação útil para a jornada. Como consequência, 2 horas foram adicionadas ao tempo de vocês.

CASA CIENTISTA 2

Local com 2 fases e pergunta desafio.

Descrição casa do cientista 2

Você está entrando na casa de outro cientista que tinha contato direto com o cientista cujo diário vocês possuem. Eles costumavam conversar e trocar muitas informações.

A casa do cientista, abandonada após o desastre. O exterior tem janelas quebradas e paredes cobertas de fuligem e poeira radioativa apresenta janelas quebradas e vegetação crescendo entre as rachaduras das paredes. Na sala de estar, livros de física, papéis com anotações científicas e jornais antigos com manchetes sobre o acidente nuclear estão espalhados pelo chão. O ambiente sugere uma mente obcecada com um último experimento antes da tragédia. No escritório uma lousa com equações incompletas e um cofre de chumbo aberto com amostras radioativas. No Quarto um relógio parado e fotos de família esquecidas. Já o porão contém ferramentas científicas, equipamentos quebrados e uma sala isolada para experimentos com radiação. Equipamentos de proteção jogados no chão indicam o perigo ainda presente. Cada detalhe, dos objetos pessoais às equações inacabadas, carrega o peso da tragédia e da radiação persistente.

Nesse local vocês tem a possibilidade de explorar duas situações diferentes. Escolha a fase 1 ou fase 2. Essa fase também possui uma pergunta desafio. Lembrando que você pode responder quantas quiserem e na ordem que quiserem.

Fase 1

Contexto: Ao lado do relógio, encontram uma folha de cálculo com a seguinte mensagem:

"Esse relógio não mede o tempo, mede a exposição à radiação. Sabemos que após 20 minutos de exposição, uma pessoa recebeu 0,8 Sv (Sieverts) de radiação. Calcule quanto tempo seria seguro se o limite máximo para uma pessoa saudável for 1 Sv."

No quarto, há um relógio parado, mas ele não mostra o tempo. Em vez disso, ao invés de números, os ponteiros apontam para "**20 minutos**".

Pergunta: Quanto tempo uma pessoa pode se expor antes de atingir 1 Sv?



Dica: Para resolver, lembre se que a radiação é proporcional ao tempo de exposição, lembrar da regra de três.

Resposta : A taxa de exposição à radiação é de 0,8 Sv em 20 minutos. Sabendo disso, podemos calcular quanto tempo seria necessário para atingir 1 Sv.

Podemos resolver isso usando uma regra de três simples, pois a radiação é proporcional ao tempo de exposição.

1. Se em 20 minutos a pessoa recebeu 0,8 Sv, queremos saber em quanto tempo ela receberia 1 Sv.

$$\frac{0,8}{20} = \frac{1}{T}$$

Agora, resolvemos para T:

$$T = \frac{1 \times 20}{0,8} = 25min$$

Portanto, uma pessoa pode se expor por **25 minutos** antes de atingir 1 Sv de radiação.

Consequência:

Resposta certa: Ao acertarem e ficarem o tempo máximo permitido na sala, e assim não sofrendo nenhuma consequência da radiação. Vocês têm uma redução de 4 horas no tempo de vocês.

Resposta errada: Ao errarem a resposta, vocês permaneceram na casa por mais tempo do que o permitido. Além de perderem tempo, alguns membros do grupo podem começar a passar mal. Como consequência, vocês acabam de perder 3 horas

Fase 2

Contexto: Olhando as anotações observa-se que ele estava tentando explicar o processo que ocorre dentro de uma usina nuclear antes do desastre. Ele descreve como grandes átomos se dividem, liberando imensa energia.

Pergunta: Qual é o nome do processo descrito pelo cientista e qual elemento geralmente é usado para iniciá-lo em uma usina nuclear?



Resposta: O processo é a fissão nuclear, e o elemento geralmente usados para iniciá-lo é o urânio. Na fissão, os átomos de urânio se dividem, liberando grandes quantidades de energia.

Consequência

Resposta certa: Ao descrever o processo de maneira correta, vocês ganham uma carta pesquisa aos amigos. Isso significa que você pode consultar um amigo, ou o grupo ao lado quando quiserem para sanar dúvidas.

ENTREGAR AO GRUPO



**Carta
Pesquisa aos
Amigos**

O grupo pode consultar um amigo, ou o grupo ao lado quando quiserem para sanar dúvidas. Pode ser usada uma única vez.



Resposta errada: Ao descreverem o processo de forma incorreta, vocês se atrasam tentando corrigir a explicação e, como consequência, perdem 3 horas

Pergunta desafio

Uma série de anotações espalhadas pelo quarto explicam que o cientista estava estudando o processo de fusão nuclear. Perto de um cofre, há uma folha com a pergunta: "Responda e desvende o segredo do cofre."

Contexto: A fusão nuclear ocorre no Sol e em outras estrelas, e também pode ser reproduzida em laboratórios na Terra.

Pergunta: Qual é a principal diferença entre fusão e fissão nuclear, e por que a fusão é considerada uma fonte de energia mais limpa?

ENTREGAR AO GRUPO





**PERGUNTA
DESAFIO**

Pergunta: Qual é a principal diferença entre fusão e fissão nuclear, e por que a fusão é considerada uma fonte de energia mais limpa?

CASA CIENTISTA 2

Resposta:

- **Fusão nuclear** ocorre quando dois núcleos leves (geralmente isótopos de hidrogênio) se combinam para formar um núcleo mais pesado, liberando uma enorme quantidade de energia.
- **Fissão nuclear**, por outro lado, é o processo em que um núcleo pesado se divide em núcleos menores, também liberando energia.

A fusão é considerada uma fonte de energia mais limpa porque, ao contrário da fissão, não gera resíduos radioativos de longa duração. Além disso, os subprodutos da fusão são relativamente inofensivos e o combustível utilizado (geralmente hidrogênio) é abundante na Terra.

Consequências

Resposta certa: Parabéns vocês abriram o cofre e conseguiram encontrar uma dica. Essa dica fala para vocês não perderem tempo indo até a floresta vermelha pois lá não tem nada que poderá ajudar vocês a encontrarem a saída da ilha.

Entregar ao aluno



Isenção de Locais

Essa dica informa para vocês não perderem tempo indo até a floresta vermelha pois lá não tem nada que poderá ajudar vocês a encontrarem a saída da ilha.



Resposta errada: Infelizmente, vocês não conseguiram abrir o cofre, o que fez com que perdessem bastante tempo tentando, sem sucesso. Como consequência, 3 horas foram adicionadas ao tempo de vocês. O bônus não foi conquistado, mas, felizmente, ele não era essencial para a jornada. Boa sorte na próxima tentativa!

CASA 1

Local com 1 fase

Descrição casa 1

A casa, abandonada há anos após o acidente nuclear, está desmoronando lentamente. Suas paredes desbotadas e rachadas estão cobertas de fuligem, enquanto a vegetação deformada pela radiação cresce ao redor. As janelas estão quebradas, e o telhado parcialmente colapsado, deixando a estrutura em ruínas. Placas antigas de "Perigo — Radiação" pendem enferrujadas na cerca caída.

O detalhe mais curioso é a porta da frente: uma pesada estrutura de metal reforçado que permanece intacta. Ao lado da maçaneta, um painel eletrônico com um teclado numérico enferrujado ainda funciona, piscando levemente, exigindo uma senha para abrir. O contraste entre a casa decadente e a porta trancada sugere que algo importante — ou perigoso — está escondido lá dentro, intacto após o desastre.

Esta casa é peculiar. Apesar do tempo, ainda há uma porta com senha que funciona para permitir a entrada. Não se sabe se essa porta foi instalada antes ou depois do acidente, nem há informações sobre há quanto tempo ela está lá.

Nesse local vocês tem apenas uma fase para explorar.

Fase única

Contexto: Vocês querem entrar na casa e para isso, precisam descobrir a senha. A senha para continuar está no número atômico de um elemento muito importante para os reatores nucleares, o elemento utilizado na fissão. E que quando decai, transforma-se em algo mais estável.

Pergunta: Some o número atômico desse elemento com o de seu produto final (Final do decaimento), e você terá a combinação para a porta. Qual é a combinação correta para abrir a porta, sabendo que a senha tem 3 dígitos?"



Dica: olhar o decaimento do Urânio.

Resposta: O urânio-238 tem número atômico 92. Ao decair, ele se transforma em chumbo-206, que tem número atômico 82.

A combinação para a porta é a soma dos dois números atômicos:
 $92 + 82 = 174$.

A combinação é 174.

Consequência

Resposta certa: Parabéns, vocês abriram a casa, no entanto não encontraram nada que pudesse ajudar durante a missão, mas como bônus vocês ganham uma redução de 3h no tempo de vocês.

Resposta errada: Ao errar a combinação da porta, vocês não conseguiram entrar na casa e perderam tempo tentando várias sequências sem sucesso. Como consequência, 3 horas foram adicionadas ao tempo total de vocês.

CASA 2

(Trabalhador da Usina)

Para acessar esta fase, é indispensável possuir a chave necessária. Caso ainda não tenham encontrado a chave, será necessário retornar à casa do Cientista 1 para buscá-la. No entanto, essa ação resultará em um acréscimo de 2 horas ao tempo de vocês, devido ao atraso causado pela ida até a casa sem sucesso.

Descrição casa 2

A casa modesta, agora esquecida e coberta, está em ruínas após anos de abandono. O telhado está cedendo, com telhas caídas espalhadas pelo chão, e as paredes de madeira estão apodrecidas, manchadas por infiltração e radiação. As janelas, quebradas e sujas, deixam o vento frio assobiar pelos cômodos.

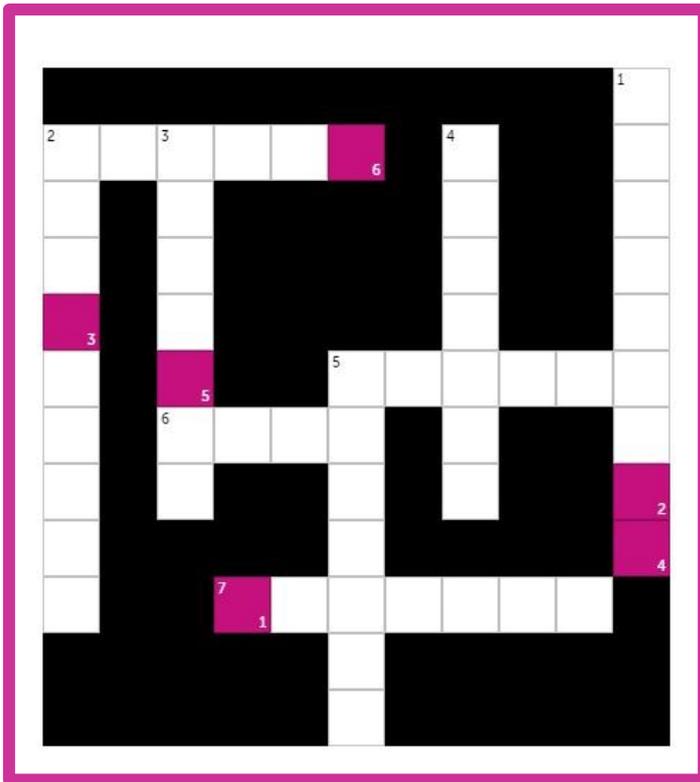
Na pequena sala de estar, móveis simples estão cobertos de poeira e desgastados pelo tempo. Uma mesa de madeira está tombada, com alguns pratos quebrados ao lado, e uma velha poltrona, rasgada e desbotada, repousa em um canto. Fotografias familiares desbotadas ainda estão penduradas, retratando um cotidiano interrompido de forma abrupta. No quarto, a cama de ferro está enferrujada, com lençóis amarelados e rasgados, e um único guarda-roupa permanece aberto, com roupas comuns ainda penduradas.

Fase única

Contexto: Assim que entram, vocês encontram no chão um papel que pode conter pistas importantes. O documento menciona um acidente que o cientista estava investigando; talvez o diário contenha mais informações sobre o acidente que ocorreu em Goiânia.

Pergunta: Ao examinar com atenção, vocês percebem que há uma resposta oculta em uma palavra cruzada. Complete a palavra cruzada para descobrir a resposta que pode ajudar a continuar a jornada.

Entregar ao grupo



1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

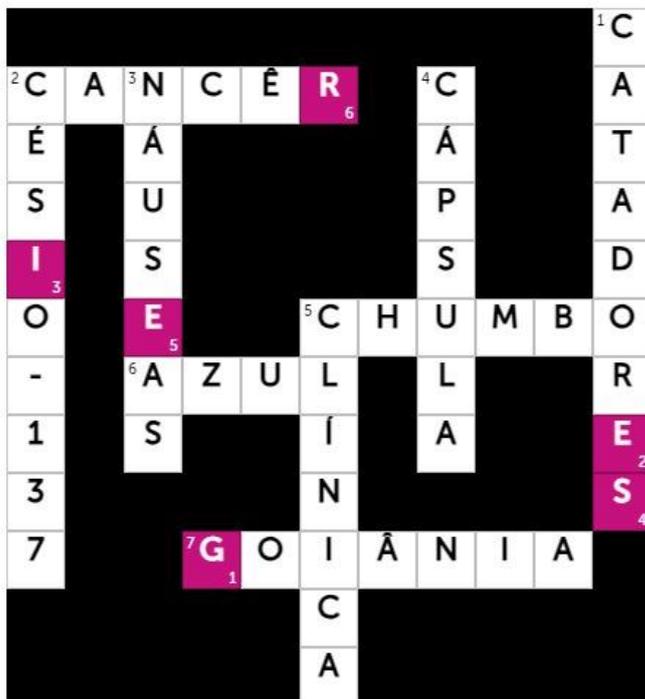
horizontal

- 2 Doença causada pela exposição à radiação durante o acidente
- 5 Material no qual o Césio-137 estava encapsulado originalmente
- 6 Cor da substância radioativa que atraiu a atenção das vítimas
- 7 Cidade onde ocorreu o acidente radiológico no Brasil

vertical

- 1 Grupo profissional que encontrou e manipulou o equipamento radioativo.
- 2 Material radioativo envolvido no acidente de Goiânia
- 3 Um dos principais sintomas da exposição à radiação
- 4 Objeto de onde foi retirado o Césio-137
- 5 Local de onde o equipamento radioativo foi retirado indevidamente.

Dica: Fase sem dicas

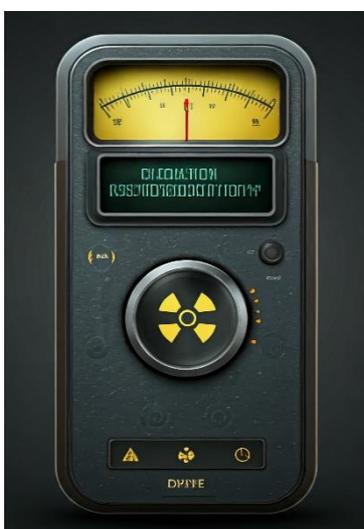


Resposta secreta: Geiser

Consequências:

Resposta certa: Ao encontrar a resposta, vocês notam que sobre a mesa está um contador Geiger, um equipamento essencial para a jornada. Com ele, vocês poderão monitorar os níveis de radiação e garantir acesso seguro a determinados locais durante a exploração. Esse item será crucial para avançar com segurança na missão!

Entregar ao aluno



Resposta errada: Infelizmente, vocês erraram a resposta e não conseguiram encontrar um item essencial para ajudar na saída da ilha. Como consequência, 3 horas foram adicionadas ao tempo de vocês. É importante que tentem novamente, caso queiram, pois esse item será fundamental para a jornada de vocês.

CASA - DIRETOR DE SEGURANÇA

Local com fase única

Por dentro, a mansão de dois andares, outrora luxuosa, está em ruínas. O hall de entrada, com um lustre de cristal quebrado e paredes rachadas, reflete o abandono. O chão de mármore e madeira está desgastado, e o grande piano de cauda na sala de estar repousa em silêncio, coberto de poeira. Móveis de couro rasgados e poltronas desfeitas sugerem um passado opulento. O piso de madeira, outrora impecável, está deformado e range sob qualquer movimento

A sala de jantar, ainda com pratos de porcelana fina e cadeiras de veludo tombadas, dá a sensação de que a família fugiu às pressas. Escadas largas e imponentes levam ao segundo andar, mas os degraus estão parcialmente quebrados, tornando a subida perigosa.

Nos quartos do segundo andar, camas desfeitas e roupas caras ainda penduradas evocam uma fuga abrupta. Uma grande varanda com portas de vidro oferece uma vista desoladora de um jardim outrora bem cuidado, agora tomado pela vegetação mutante e deformada.

Enquanto examinam alguns papéis espalhados pelo chão, vocês descobrem que o antigo morador da casa era um importante diretor de segurança em assuntos nucleares, que havia vindo à cidade para fiscalizar o funcionamento da usina. Além disso, ele estava estudando um outro acidente que já havia ocorrido.

Fase única

Contexto: Após encontrarem a carta, vocês veem sobre a mesa de jantar uma possível resposta do Diretor, explicando vulnerabilidades da usina. Essas informações podem ajudar a resolver problemas em outros locais mencionados em um segundo diário, que pode ser acessado na seguinte situação: para abrir o diário e ver o que está escrito, é necessário descobrir a combinação. Lembrem-se que a combinação é formada por 3 letras — a primeira letra de cada resposta. Combinadas, essas letras abrem o diário.

Entregar ao grupo

Pergunta

1. Qual é a partícula subatômica que não tem carga elétrica e reside no núcleo do átomo?
2. Qual é o processo pelo qual um núcleo instável libera energia na forma de radiação?
3. Como se chama a força responsável por manter os núcleos atômicos unidos?

Qual a combinação do cadeado?

Resposta:

1. Pergunta 1: Qual é a partícula subatômica que não tem carga elétrica e reside no núcleo do átomo?
Resposta: Nêutron (letra inicial: N)
2. Pergunta 2: Qual é o processo pelo qual um núcleo instável libera energia na forma de radiação?
Resposta: Fissão (letra inicial: F)
3. Pergunta 3: Como se chama a força responsável por manter os núcleos atômicos unidos?
Resposta: Força nuclear (letra inicial: F)

Combinação do cadeado: NFF

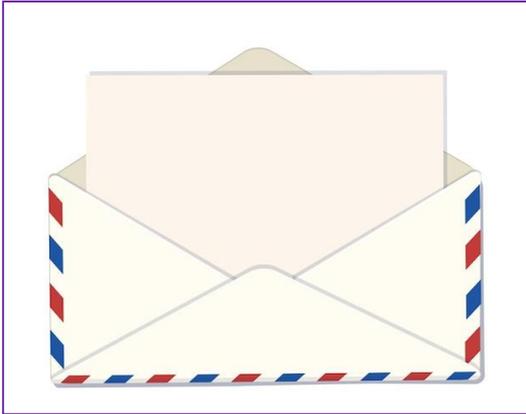
Consequência:

Resposta certa: Ao abrir o diário do diretor, vocês encontram uma carta enviada entre os cientistas que trabalhavam na usina. Essa carta revela detalhes importantes sobre a principal falha que pode ter causado o acidente.

Entregar ao grupo

1º a carta como elemento extra;

2º a carta escrita.



Os estudantes também têm acesso a uma explicação mais simples do que está escrito na carta:

“Qual é a principal vulnerabilidade mencionada pela Dra em relação ao sistema de segurança da usina nuclear e qual solução ela sugere?”

A principal vulnerabilidade mencionada pelo cientista é a falha do sistema de resfriamento do núcleo, que pode levar ao aumento rápido da temperatura e risco de derretimento. Ela sugere a implementação de um sistema de redundância para os geradores de emergência e um plano de evacuação para as áreas circunvizinhas. No contexto de usinas nucleares, um sistema de redundância para os geradores de emergência significa ter múltiplas fontes de energia reserva. Isso é essencial porque, se o sistema de resfriamento falhar e não houver energia alternativa para mantê-lo funcionando, a temperatura do núcleo do reator pode aumentar rapidamente, levando ao risco de um derretimento nuclear. Por exemplo, uma usina pode ter geradores a diesel e baterias de backup para garantir que o resfriamento do reator continue funcionando mesmo em caso de falha na rede elétrica principal. Isso é uma prática comum em engenharia de segurança, não só em usinas nucleares, mas também em aviões, hospitais, servidores de internet e sistemas industriais onde qualquer falha pode ter consequências graves. Tal falha pode ter sido a responsável pelo acidente nuclear, lembrando que usinas costumam ser seguras. “

Resposta errada: infelizmente vocês não conseguiram abrir o diário do diretor de segurança, dessa forma não tiveram acesso a resposta que precisaram, mesmo gastando tempo tentando abrir. Nesse caso foram adicionados ao tempo de vocês 3h.

FLORESTA

Local com fase única

A floresta é um cenário surreal moldado pela radiação. As árvores, antes vibrantes e verdes, agora ostentam um tom avermelhado profundo, como se queimadas por dentro. Suas folhas caíram há muito tempo, deixando galhos secos e torcidos que se erguem como garras contra o céu nublado. O chão está coberto de uma camada de folhagem morta que parece impregnada de ferrugem, enquanto musgos esbranquiçados se agarram aos troncos, acrescentando um ar de decadência.

radiação transformou a flora em algo estranho e antinatural: novas plantas, com formas deformadas e tons esverdeados ou amarelados, emergem entre os restos, parecendo deslocadas. Pequenas clareiras mostram sinais de árvores que simplesmente apodreceram e desabaram, deixando vazios no denso emaranhado.

Fase única

Contexto: A Floresta Vermelha, localizada próxima à Usina Nuclear, é uma das áreas mais contaminadas pela radiação após o desastre. Seu nome vem da cor avermelhada que as árvores, principalmente pinheiros, adquiriram logo após o acidente, devido à intensa exposição à radiação liberada pela explosão do reator.

Enquanto exploram a floresta, os jogadores encontram um mapa marcado com o nome “floresta vermelha” uma placa ao lado diz :

" Hoje, ela é um dos locais mais radioativos da Terra. "

Pergunta: Por que a Floresta Vermelha recebeu esse nome? Qual foi o principal impacto da radiação em suas árvores e por que ela continua perigosa mesmo após décadas?



Resposta:

- A Floresta Vermelha recebeu esse nome porque, após o acidente de Chernobyl, a alta radiação matou as árvores, que adquiriram uma coloração avermelhada antes de secarem completamente.
- O principal impacto foi a destruição do DNA celular das árvores, causando sua morte rápida.
- A área continua perigosa porque o solo e os resíduos das árvores ainda contêm altos níveis de radioisótopos, como o céscio-137 e o estrôncio-90, que têm meias-vidas longas e permanecem radioativos por décadas.

Consequência:

Resposta certa: A floresta não é um local adequado para se visitar, pois os níveis de radiação ainda são altos, apesar das medidas tomadas para reduzi-los. No entanto, como vocês responderam corretamente, recebem um bônus de redução de 2 horas no tempo do jogo. Recomenda-se que sigam rapidamente para outro local.

Resposta errada: A floresta não é segura para visitação, e a exposição à radiação pode ter sido significativa. Como consequência, 3 horas serão adicionadas ao tempo de vocês. Recomenda-se que deixem a área o mais rápido possível.

PARQUE

Local com fase única

Era uma área que era frequentada pela população. O parque, antes cheio de vida, agora está totalmente deserto e tomado pela vegetação deformada. Bancos de metal enferrujados e cobertos de poeira radioativa estão caídos ao longo das trilhas rachadas e invadidas por raízes. Existe no local um parquinho infantil, com balanços quebrados e um escorregador torto. A fonte central, sem água há anos, está rachada e tomada por limo. Espalhadas pelo parque, velhas barraquinhas de comida e lembranças, corroídas pelo tempo.

OBS: Vocês só podem prosseguir se estiverem com um contador Gêiser próprio. Caso não tenham, adicionaram 3 horas, pois gastaram tempo indo até o parque sem conseguir entrar. Agora, vocês podem voltar para procurar o contador e retornar à floresta, ou decidir seguir para outro local. Se já tiverem o contador, podem continuar explorando o local.

Contexto: vocês chegam a um parque abandonado após o acidente nuclear e encontram uma placa indicando que a área está contaminada com radiação residual. No centro do parque, há uma estátua de metal que, segundo o contador Geiger, emite uma radiação de 500 mSv/h a uma distância de 2 metros. No entanto, os estudantes precisam pegar um item escondido na base da estátua para continuar o jogo. Usando a Lei do Inverso do Quadrado, calcule a intensidade da radiação se os estudantes se aproximarem até 1 metro da estátua.

Pergunta: Sabendo que a dose máxima de radiação que vocês podem receber sem efeitos imediatos à saúde é de 100 mSv, por quanto tempo vocês podem ficar a 1 metro da estátua antes de ultrapassar esse limite?



Dica: olhar primeiro a formula do inverso do quadrado. E depois a fórmula total de radiação.

Resposta:

1. **Primeiro, calcular a intensidade da radiação a 1 metro de distância:**

Pela Lei do Inverso do Quadrado, a intensidade da radiação é inversamente proporcional ao quadrado da distância:

$$I_1 = I_2 \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

I_1 = Intensidade da radiação a ser encontrada (?)

I_2 = Intensidade da radiação dada na questão (500 mSv/h)

d_2 = Distancia dada na questão (2m)

d_1 = Distância que os estudantes querem chegar (1m)

Substituindo os valores

$$I_1 = 500 \text{ mVs/h} \times \left(\frac{2}{1}\right)^2$$

$$I_1 = 500 \frac{\text{mVs}}{\text{h}} \times 4$$

$$\mathbf{I_1 = 200 \text{ mVs/h}}$$

Portanto, a radiação a 1 metro da estátua é **2000 mSv/h**.

2. Agora, calcular quanto tempo os estudantes podem permanecer a 1 metro sem ultrapassar 100 mSv:

A dose total de radiação é dada pela fórmula:

Dose = Taxa de radiação X Tempo

Queremos saber o tempo máximo que eles podem ficar sem ultrapassar 100 mSv:

$$100 \text{ mSv} = \frac{2000 \text{ mSv}}{h} \times t$$

$$t = \frac{100 \text{ mSv}}{2000 \text{ mSv}} = 0,05 \text{ h} = 3 \text{ min}$$

Conclusão: Os estudantes podem ficar no máximo **3 minutos** a 1 metro da estátua antes de ultrapassar a dose segura de 100 mSv.

Consequência:

Resposta certa: Entregar ao grupo a consequência

Por entenderem exatamente o tempo seguro de exposição ao local e evitarem níveis perigosos de radiação, vocês conquistaram dois benefícios valiosos:

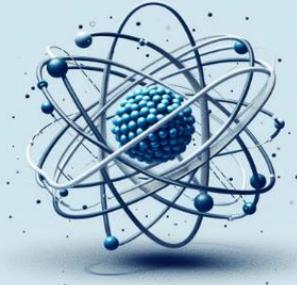
1. Carta de Pesquisa Livre: Permite realizar uma pesquisa ou consulta de até 3 minutos da forma que preferirem, podendo utilizá-la no momento que julgarem mais estratégico.
2. Carta Bônus de Horas: Com essa carta, vocês podem responder a uma pergunta sem acrescentar horas no jogo, garantindo maior controle sobre o tempo restante da jornada.





Carta Bônus de Horas

Com essa carta, vocês podem responder a uma pergunta sem acrescentar horas no jogo, garantindo maior controle sobre o tempo restante da jornada.



Resposta errada: Ao responder de maneira equivocada, vocês podem ter permanecido além do tempo permitido e em uma distância não autorizada no local. Isso pode ser prejudicial, resultando na adição de 3 horas ao tempo de vocês.

LABORATÓRIO (CENTRO DE PESQUISAS ANTIGAS - CPA)

Local com 3 fases

Descrição CPA

Vocês chegam a um laboratório, que se destaca por ser um pouco diferente dos demais. Esse laboratório foi utilizado para conduzir pesquisas antigas, especialmente relacionadas à física nuclear. Aqui, vocês terão a oportunidade de explorar diversos estudos e experimentos, incluindo investigações sobre incidentes e casos significativos que ocorreram no passado. As anotações e os equipamentos no local podem fornecer pistas valiosas para continuar a jornada.

O laboratório é um prédio antigo de tijolos, com janelas quebradas e cercas enferrujadas. Dentro, o ambiente é escuro e empoeirado, com mesas de madeira cobertas de equipamentos científicos obsoletos. Frascos de vidro opaco e antigos kits de química, contendo materiais radioativos, ainda estão espalhados. Em um canto, pincéis e frascos vazios usados pelas Mulheres do Rádio brilham fracamente no escuro, vestígios de tintas fosforescentes perigosas. Ao entrar, o ambiente é pesado, com o cheiro de umidade e metal oxidado. Mesas antigas de madeira estão desarrumadas, cobertas de equipamentos de pesquisa abandonados.

Estantes enferrujadas guardam livros antigos sobre física nuclear, enquanto papéis amarelados com fórmulas complexas cobrem o chão. Uma câmara de chumbo e um contador Geiger abandonado completam o cenário. Velhas placas fotográficas penduradas nas paredes, mostrando padrões estranhos de partículas nucleares capturadas em experimentos

Vocês estão no laboratório de pesquisas antigas e podem escolher entre 3 fases para explorar o local. Escolha uma das fases para continuar.

Fase 1

Contexto: Vocês entram em uma sala antiga bem escura dentro do laboratório, que aparentemente um dos cientistas usava para fazer estudos antigos. Ao abrir a porta vocês encontram vários relógios antigos ainda emitindo um brilho fraco no escuro.

Pergunta: Por que o rádio era usado em relógios para fazê-los brilhar no escuro, e por que isso acabou sendo um problema de saúde para as pessoas que fabricavam esses relógios?



Dica: Lembrar sobre porque o elemento rádio brilha.

Resposta: O rádio era usado nos relógios porque é um elemento radioativo que emite partículas alfa e radiação gama. Ele foi misturado com um material fluorescente, que absorvia a radiação emitida e, como resultado, brilhava no escuro, tornando esses relógios visíveis à noite.

O rádio se acumula no corpo humano, especialmente nos ossos, onde a radiação continua a causar danos ao longo do tempo, levando a doenças graves como câncer e necrose dos ossos.

Consequência:

Resposta certa: Parabéns com a resposta correta vocês descobriram um pouco mais sobre a história e com isso, tiveram uma redução de 3h no tempo de vocês.

Resposta errada: Não ter conhecimento sobre história pode fazer com que vocês desperdicem muito tempo desnecessariamente, simplesmente por não entenderem conceitos fundamentais. Como resultado, acabam adicionando 3 horas ao tempo total de vocês, o que poderia ser evitado com um melhor entendimento.

Fase 2

Contexto: vocês encontram uma antiga máquina de raios X. Ao lado da máquina, uma mensagem aparece: utilizada na primeira Guerra Mundial.

Pergunta: Como os raios X funcionaram para ajudar médicos durante a Primeira Guerra Mundial, e quem foi a pessoa responsável por desenvolver unidades móveis de raios X para facilitar o atendimento próximo às linhas de frente?



Dica: Conhecer a aplicação dos raios X nos dias de hoje, assim como a resposta sobre quem contribuiu para esse avanço, está relacionado à mulher que ganhou dois Prêmios Nobel.

Resposta: Os raios X funcionaram durante a Primeira Guerra Mundial ao permitir que os médicos visualizassem ossos fraturados e localizassem estilhaços ou balas dentro dos corpos dos soldados sem a necessidade de abrir cirurgicamente os ferimentos. Isso acelerava o diagnóstico e tratamento, além de reduzir o sofrimento dos soldados.

A pessoa responsável por desenvolver unidades móveis de raios X para uso nas zonas de guerra foi Marie Curie. Ela trabalhou ativamente para levar essa tecnologia aos campos de batalha, equipando veículos com máquinas de raios X, que ficaram conhecidas como "Petit Curies". Esses veículos permitiam que médicos pudessem usar a tecnologia diretamente na linha de frente, salvando inúmeras vidas.

Consequência:

Resposta certa: O raio X acelerou o atendimento e ajudou vocês nesta missão. Como resultado, vocês acabam de reduzir em 3 horas o tempo total de vocês.

Resposta errada: sem saber o funcionamento do raio x, vocês acabaram atrasando a estada de vocês, tentando descobrir o seu funcionamento vocês acaram de aumentar em 3h no tempo total de vocês. Além disso o raio x ainda é um item importante, conhecer o seu funcionamento seria bom.

Fase 3

Contexto: Em uma estante, vocês encontram um caderno com anotações de um dos cientistas que trabalhava no laboratório. Nele, há informações que misturam fatos verdadeiros e falsos, e cabe a vocês identificar quais são corretas e quais são enganosas. Ao todo, são 8 perguntas voltadas para fatos históricos, mas vocês podem escolher 3 perguntas que preferem não responder.

Entregar ao grupo

Perguntas:

1. Henri Becquerel descobriu um fenômeno específico: a emissão espontânea de radiação por certos elementos, como o urânio, mesmo sem a presença de luz. A descoberta ocorreu acidentalmente por Henri Becquerel enquanto ele estudava sais de urânio.

Resposta: Verdadeiro.

Henri Becquerel descobriu em 1896, de forma acidental, enquanto estudava a fluorescência de sais de urânio. Ele percebeu que as placas fotográficas ficaram impressas sem exposição à luz, o que o levou a concluir que o urânio emitia uma forma de radiação invisível.

2. Marie Curie foi a primeira pessoa a usar o termo "radioatividade" e recebeu dois prêmios Nobel por suas descobertas.

Resposta: Verdadeiro.

Marie Curie foi a primeira a usar o termo "radioatividade" e recebeu dois prêmios Nobel: um em Física (1903) junto com Henri Becquerel e Pierre Curie, e outro em Química (1911) pela descoberta dos elementos radioativos polônio e rádio.

3. Os efeitos nocivos da radiação sobre o corpo humano foram imediatamente compreendidos após sua descoberta.

Resposta: Falso.

Os efeitos nocivos da radiação só foram compreendidos anos depois de sua descoberta. Inicialmente, a radiação era vista como uma "cura milagrosa" e foi usada em diversos tratamentos médicos, cosméticos e produtos de consumo, sem plena consciência dos perigos. Os perigos à saúde, como câncer e queimaduras graves, só foram reconhecidos mais tarde.

4. O uso de radiação em relógios e outros dispositivos que brilham no escuro era seguro e nunca causou problemas de saúde.

Resposta: Falso.

O uso de radiação, especialmente o rádio, para fazer relógios brilharem no escuro causou sérios problemas de saúde. As trabalhadoras que aplicavam a tinta de rádio nos mostradores, conhecidas como as "Garotas do Rádio", sofreram com envenenamento por radiação, levando a doenças graves como câncer e necrose óssea.

5. A bomba atômica lançada sobre Hiroshima usava Urânio-235 como material físsil.

Resposta: Verdadeiro.

A bomba atômica lançada sobre Hiroshima em 1945 usava Urânio-235 como material físsil. A fissão nuclear desse isótopo liberou uma quantidade massiva de energia, causando uma explosão devastadora.

6. Os raios X foram descobertos antes da radiação alfa e beta.

Resposta: Verdadeiro.

Os raios X foram descobertos por Wilhelm Conrad Röntgen em 1895, antes da descoberta das radiações alfa e beta por Ernest Rutherford em 1899. Röntgen foi o primeiro a perceber que os raios X podiam atravessar materiais e permitir a visualização de ossos no corpo humano.

7. O elemento rádio foi o primeiro isótopo radioativo a ser utilizado na medicina para o tratamento de câncer.

Resposta: Verdadeiro.

O rádio foi um dos primeiros isótopos radioativos a ser usado no tratamento do câncer, em uma técnica conhecida como braquiterapia. A radiação do rádio era usada para destruir células cancerígenas, embora os perigos da exposição prolongada só fossem compreendidos mais tarde.

8. Chernobyl foi o primeiro acidente nuclear grave da história.

Resposta: Falso.

Embora o desastre de Chernobyl, em 1986, tenha sido um dos mais graves, não foi o primeiro acidente nuclear. Um dos primeiros acidentes conhecidos ocorreu em 1957, em Windscale, no Reino Unido, quando um reator nuclear pegou fogo, liberando radiação na atmosfera.

Consequência:

Resposta certa: Lembrem-se de que, para continuar a jornada com segurança, será essencial ter roupas especiais de proteção contra radiação e um contador Geiger. Caso ainda não tenham visitado o Laboratório Radius, é recomendável que façam isso agora. Lá, vocês encontrarão dicas valiosas que poderão ajudar a avançar.

Entregar ao aluno



 **Dicas
Estratégicas**

Caso ainda não tenham visitado o Laboratório Radius, é recomendável que façam isso.



Resposta errada: Vocês passaram muito tempo tentando decifrar o caderno de anotações do cientista, mas, infelizmente, não encontraram nenhuma informação útil. Esse contratempo custou um tempo valioso, resultando em um acréscimo de 3 horas ao tempo de vocês.

LABORATÓRIO

Local com 3 Fases e uma pergunta desafio

Descrição do laboratório

O laboratório era um prédio extenso e funcional, agora deserto, é um labirinto de corredores escuros e empoeirados. As portas de metal pesado que levam a diferentes salas de pesquisa estão enferrujadas e algumas entreabertas. Cada uma das entradas dá acesso a salas especializadas: uma para reatores em miniatura, outra para análises de partículas, e outras dedicadas à segurança radioativa. As paredes, antes revestidas de aço e chumbo para proteger contra radiação, estão rachadas e manchadas. Equipamentos quebrados e fichas antigas espalham-se pelo chão, enquanto sinais de radiação desbotados ainda alertam sobre o perigo.

Fase 1

Contexto: Vocês decidem entrar em uma das salas com a porta entre aberta, e precisam procurar algo que possa ajudar a escapar da ilha. No entanto, dentro da sala, vocês encontram uma fonte de radiação gama com uma intensidade de 500 mSv/h. Felizmente, há placas de chumbo disponíveis para protegê-los enquanto fazem a busca. Cada placa de chumbo tem 1 cm de espessura.

Pergunta: Sabendo que, para ficarem seguros, é necessário reduzir a radiação para 62,5 mSv/h, quantos centímetros de chumbo (ou seja, quantas placas) são necessários para alcançar essa redução?



Dica: Lembrem que a cada um cm de chumbo se reduz a radiação a metade.

Resposta: Calculando

- Após 1cm de chumbo:

$$\frac{500mSv}{\frac{h}{2}} = 250mSv/h$$

- Após 2 cm de chumbo:

$$\frac{250mSv}{\frac{h}{2}} = 125mSv/h$$

Após 3 cm de chumbo:

$$\frac{125 mSv}{\frac{h}{2}} = 62,5 mSv/h$$

Resposta: Portanto são necessários 3cm de chumbo para reduzir a radiação à 62,5 mSv/h, 3 placas de chumbo.

Consequência:

Resposta certa: Parabéns! Ao utilizarem o chumbo de maneira correta, vocês conseguiram se proteger da radiação com eficiência. Como recompensa, vocês conquistaram a Carta Resposta.

Entregar ao grupo

O que é a Carta Resposta?

- Permite que vocês obtenham a resposta correta diretamente do mestre, garantindo a consequência positiva do local, sem precisar responder à pergunta.
- Pode ser usada uma única vez, em qualquer momento da jornada, sendo ideal para situações estratégicas, especialmente quando não souberem a resposta de um desafio.



Resposta errada: Sem conhecimento sobre os procedimentos de segurança dentro da sala e sem as devidas proteções, a exposição ao ambiente se tornou um risco para a saúde de vocês. Como resultado, alguns membros do grupo começaram a se sentir mal, levando a um acréscimo de 3 horas ao tempo total de jogo.

Fase 2

Contexto: Vocês encontram uma porta trancada que curiosamente ainda funciona, com um símbolo de radiação gravado. Ao lado, uma tabela de elementos químicos com o nome "Césio-137" destacado. Abaixo da tabela, há a seguinte mensagem:

“o número de partículas alfa que o Césio-137 emite durante o seu decaimento.”

Pergunta: Ao lado dessa porta, há uma matriz que, quando completada, dá acesso à porta trancada. Para finalizar a matriz, vocês precisam descobrir quantas partículas alfa o Césio-137 emite durante o seu decaimento. Repitam essa resposta na coluna faltante para completar a matriz e destravar o acesso à porta.

Entregar ao grupo

1	3	7
0	5	6

Dica: Prestar atenção no tipo de decaimento sinalizado.

Resposta:

O Césio-137 é um isótopo radioativo que não emite partículas alfa em seu processo de decaimento. Ele emite partículas beta e radiação gama. Assim, a resposta correta é que o Césio-137 emite 0 partículas alfa.

1	3	7
0	5	6
0	0	0

Consequência:

Resposta certa: Ao entrarem na sala secreta, vocês encontram um atalho que ajudou vocês. Com isso, vocês têm uma redução de 3h no tempo de vocês.

Resposta errada: infelizmente vocês não conseguiram abrir a porta, e apenas perderam tempo. Espero que tenham mais sorte da próxima vez. Vocês acabam de acrescentar 3h no tempo de vocês.

Fase 3

Ao entrar em uma das salas que aparentemente era usada para estudos, enquanto caminham, vocês encontram um papel sobre a mesa que contém dicas importantes para entrar na usina. No entanto, próximo ao papel, há um pó caindo sobre a mesa, vindo de um frasco aberto com o símbolo de radiação, indicando que é Césio-137. Atualmente, a contaminação é de 640 Bq. Para acessar o conteúdo do papel, vocês precisam responder à seguinte pergunta:

Pergunta: Quantos anos serão necessários para que a atividade do Césio caia para 80 Bq?



Dica: Lembrar que a cada meia vida a atividade cai à metade.

Resposta:

- Após 1 meia-vida (30 anos):
 $640 \text{ Bq} \div 2 = 320 \text{ Bq}$
- Após 2 meias-vidas (60 anos):
 $320 \text{ Bq} \div 2 = 160 \text{ Bq}$

- Após 3 meias-vidas (90 anos):
 $160 \text{ Bq} \div 2 = 80 \text{ Bq}$

Conclusão: Levará 90 anos para que a atividade caia para 80 Bq.

Consequência:

Resposta certa: Parabéns! Ao acertar, vocês recebem como recompensa um binóculo, que permite ler a dica no papel.

A mensagem diz:

'Para entrar na usina, é necessário que vocês tenham encontrado, ao longo do caminho, roupas especiais usadas para proteção contra radiação. Caso contrário, vocês não poderão acessar o local. Vocês podem voltar nas fases anteriores para tentar encontrar essas roupas, ou usar algum bônus que vocês possuem.

Resposta errada: Sem entender corretamente o conceito de meias-vidas, vocês ficaram inseguros sobre a possibilidade de se aproximar do papel. Como resultado, não conseguiram ler o que estava escrito e acabaram apenas desperdiçando tempo. Isso fez com que 3 horas fossem adicionadas ao tempo de vocês.

Pergunta Desafio – Laboratório

Ao andar pelo laboratório, em um canto da parede vocês encontram um caixa escrito datação em cima. Ao abrir tal caixa vocês encontram um pedaço de madeira que estava em um processo de estudos para fazer datação. Sendo assim em uma anotação vocês descobrem que tal pedaço de madeira contém 25% do C-14 original. Sendo assim qual é a idade média do pedaço de madeira?

Contexto: Enquanto exploram o laboratório, em um canto da parede vocês encontram uma caixa com a palavra 'Datação' escrita em cima. Ao abrir a caixa, encontram um pedaço de madeira que estava sendo estudado para datação. Em uma anotação, vocês descobrem que esse pedaço de madeira contém apenas 25% do C-14 original.

Pergunta: Com base nisso, qual é a idade estimada do pedaço de madeira?

Entregar ao grupo

PERGUNTA DESAFIO

Pergunta: Com base nisso, qual é a idade estimada do pedaço de madeira?

LABORATÓRIO

Respostas: Como restam apenas 25% do carbono original, já se passaram 2 meias-vidas (de 50% para 25%). Considerando que a meia-vida do C-14 é de 5.730 anos, a idade do pedaço de madeira é:

$$\text{Tempo} = \text{quantidade de meia vida} \times \text{tempo de meia vida do carbono}$$

$$\text{Tempo} = 2 \times 5730 \text{ anos}$$

$$\text{Tempo} = 11.460 \text{ anos}$$

Conclusão: o pedaço de madeira tem 11.460 anos

Consequência: Por terem respondido corretamente ao desafio, vocês ganham a Carta de Pesquisa.

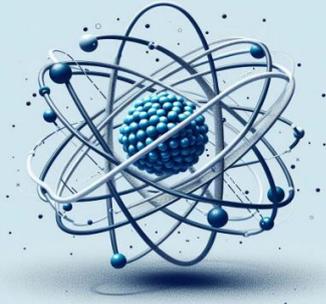
Entregar ao grupo

Carta de Pesquisa Livre: Permite realizar uma pesquisa ou consulta de até 3 minutos da forma que preferirem, podendo utilizá-la no momento que julgarem mais estratégico.



Carta de Pesquisa Livre

Permite realizar uma pesquisa ou consulta de até 3 minutos da forma que preferirem, podendo utilizá-la no momento que julgarem mais estratégico.



LAGO

Local com 1 fase

OBS: Vocês só podem prosseguir se estiverem usando roupas de proteção. Caso não as tenham, perderam 2 horas, pois gastaram tempo indo até o lago sem conseguir acessar. Agora, vocês podem voltar para procurar as roupas e retornar ao lago, ou decidir seguir para outro local. Se já tiverem as roupas de proteção, podem continuar explorando o local.

Descrição do lago

O lago não é grande, com uma área modesta e uma profundidade rasa, o que permitiu que a radiação e os resíduos nucleares acumulados se concentrassem rapidamente. A água possui um brilho metálico em sua superfície, refletindo o céu. A área ao redor do lago era uma das mais perigosas do planeta. Os níveis de radiação eram tão altos que

apenas uma hora de exposição nas proximidades poderia ser letal para um ser humano. Ao longo dos anos, resíduos radioativos foram despejados diretamente nas águas, acumulando-se nos sedimentos do fundo e nas margens do lago.

Contexto: Vocês chegam à margem de um lago aparentemente tranquilo. As leituras do contador Geiger indicam altos níveis de radiação no ambiente, e há placas antigas alertando sobre perigo de contaminação. No entanto, apesar da aparente beleza do lago, ele se tornou um dos lugares mais perigosos do mundo.

Pergunta: O cientista deixou, ao lado do lago, algumas anotações que podem revelar o problema causado na usina. No entanto, mesmo com roupas de proteção, o local é extremamente radioativo. Em determinadas áreas secas do lago, a radiação medida é de 5000 roentgens por hora, e sabemos que uma dose letal para um ser humano é cerca de 500 roentgens. Quanto tempo vocês poderiam permanecer ao lado do lago antes de atingir uma dose fatal de radiação?



Dica:

$$\text{Tempo} = \frac{\text{Dose Letal}}{\text{Taxa de radiação}}$$

Resposta 1:

A radiação medida é de 5000 roentgens por hora, e a dose letal para um ser humano é de aproximadamente 500 roentgens. Para calcular quanto tempo levaria para atingir essa dose, dividimos a dose letal pela taxa de exposição:

Essa pergunta envolve o cálculo de quanto tempo uma pessoa pode ficar exposta à radiação de 5000 roentgens por hora antes de atingir uma dose letal de 500 roentgens.

Passo a passo para resolver:

1. Sabemos que a dose letal é 500 roentgens.
2. A taxa de radiação é de 5000 roentgens por hora.
3. Precisamos calcular o tempo necessário para que uma pessoa absorva 500 roentgens de radiação.

$$\textit{Tempo} = \frac{\textit{Dose Letal}}{\textit{Taxa de radiação}}$$

$$\textit{Tempo} = \frac{500 \textit{ roentgens}}{5000 \textit{ roentgens}} = 0,1 \textit{ hora}$$

Convertendo horas em minutos

$$0,1 \textit{ hora} \times 60 \textit{ min} = 6 \textit{ min}$$

Vocês poderiam permanecer ao lado do lago por apenas 6 minutos antes de atingir uma dose fatal de radiação de 500 roentgens.

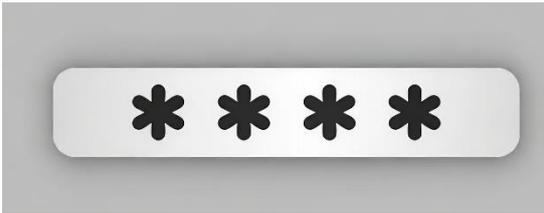
Consequência:

Resposta esperada: Vocês encontram uma anotação do cientista afirmando que a usina sempre foi muito segura e equipada com todos os dispositivos de segurança. No entanto, o engenheiro-chefe decidiu realizar um teste de segurança no reator que levava os limites operacionais ao extremo. Além disso, o teste foi adiado por algumas horas, logo a equipe noturna não estava preparada para executá-lo. Mesmo assim, o supervisor responsável

insistiu em fazer o teste, por negligência, o que acabou comprometendo a segurança e colocando o reator em risco.

Como já desvendaram um dos possíveis motivos da explosão na usina, vocês ganham uma senha importante que ajudara vocês a entrarem na usina.

Entregar ao grupo



Resposta errada: Infelizmente, vocês não conseguiram acessar as anotações do cientista, o que resultou em um atraso sem trazer nenhum progresso. Como dica, lembrem-se de que essas anotações são essenciais para avançar no jogo. Fiquem atentos e busquem maneiras mais eficazes de encontrá-las.

GRUTA ABANDONADA

Local com 1 fase

Descrição do local

Escondida à margem de uma floresta devastada pela radiação, a gruta se estende como um labirinto natural de corredores estreitos e frios. A entrada é parcialmente coberta por raízes retorcidas e vegetação avermelhada, e, ao adentrar, túneis sinuosos se desdobram em várias direções, criando uma sensação de perda e isolamento. Sons suaves de gotejamento ecoam pelas passagens. As paredes úmidas, cobertas de musgo esbranquiçado, refletem uma luz pálida que mal revela o próximo caminho. O eco dos passos ressoa.

Contexto: Vocês se deparam com um labirinto dentro da gruta abandonada.

No local, encontram três corredores diferentes, ao final do corredor é possível visualizar uma caixa, caixa essa que pode conter coisas importantes pois tem o símbolo da usina. ao encontrar os corredores o contador Geiger que vocês carregam indica diferentes níveis de radiação em cada um deles:

- Corredor A: 600 mSv/h (tempo de travessia: 10 minutos)
- Corredor B: 300 mSv/h (tempo de travessia: 20 minutos)
- Corredor C: 150 mSv/h (tempo de travessia: 25 minutos)

Pergunta: Vocês têm três opções de corredores, cada um com tempos de travessia e níveis de radiação diferentes. Sabendo que a dose máxima de radiação que vocês podem receber é de 75 mSv, calculem qual corredor permite a travessia sem exceder esse limite. Qual corredor vocês escolheriam?



Dica

$$Tempo = \frac{Dose\ limite}{Taxa\ de\ Radiação}$$

Resposta:

$$Tempo = \frac{Dose\ limite}{Taxa\ de\ Radiação}$$

Corredor A:

$$\mathbf{Tempo} = \frac{\frac{75mSv}{h}}{\frac{600mSv}{h}}$$

$$Tempo = 0,125h = 7,5min \text{ no máximo}$$

Corredor B

$$\mathbf{Tempo} = \frac{\frac{75mSv}{h}}{\frac{300mSv}{h}}$$

$$Tempo = 0,25h = 15 \text{ min no máximo}$$

Corredor C

$$\mathbf{Tempo} = \frac{\frac{75mSv}{h}}{\frac{150mSv}{h}}$$

$$Tempo = 0,5 h = 30 \text{ min no máximo}$$

De acordo com as taxas de radiação e o tempo limite de exposição, o Corredor C é o ideal, pois vocês podem permanecer nele por até 30 minutos antes de atingir a dose limite de 75 mSv, e a travessia levaria apenas 25 minutos.

Consequência:

Resposta certa: Parabéns por encontrar a caixa do cientista! Dentro dela, vocês descobrem uma carta curinga, que pode ser usada a qualquer momento da jornada. Essa carta tem poderes especiais: ela pode substituir um item necessário para entrar na usina ou reduzir em até 5 horas o tempo perdido em ações futuras. Escolham sabiamente o momento de utilizá-la, pois ela pode ser decisiva para alcançar o objetivo final!

Entregar ao grupo



Resposta errada: Sem saber exatamente qual corredor seguir, vocês acabaram perdendo tempo e não encontraram a caixa que estava no final. Como consequência, deixaram de acessar as dicas valiosas que estavam dentro dela. Esse contratempo resultou em um acréscimo de 3 horas ao tempo de vocês.

LABORATÓRIO RADIUS

Local com uma fase

Sejam bem-vindos ao Laboratório Radius! Vocês precisarão responder corretamente às três perguntas a seguir. Caso acertem todas, terão acesso direto à porta 02 da usina, sem precisar descobrir a senha. Se não conseguirem responder corretamente, podem tentar novamente ou seguir até a usina e tentar desvendar a senha diretamente no local.

Descrição do laboratório Radius

O laboratório, agora deserto, é um edifício de concreto desgastado, com vidraças sujas e algumas rachaduras profundas nas paredes. A entrada está tomada por sinais desbotados que antes alertavam sobre protocolos de segurança e níveis de exposição controlados. Corredores escuros levam a salas de pesquisa repletas de antigos equipamentos de radiação, como máquinas de raio-X e câmaras de irradiação, deixados às pressas quando o local foi evacuado.

Dentro das salas, há bancadas de metal cobertas de poeira, com frascos de vidro e etiquetas amareladas indicando substâncias que irradiavam pequenas doses controladas de radiação. Os documentos e registros de experimentos ainda estão espalhados, mostrando estudos sobre o uso da radiação em terapias de câncer, conservação de alimentos e melhoramento genético de plantas. Muitos papéis estão rasgados, e fichários caídos pelo chão sugerem uma fuga rápida e desorganizada.

Esse laboratório era utilizado para pesquisas avançadas sobre os benefícios da radiação e suas aplicações positivas na vida das pessoas. Vários cientistas se dedicavam a estudar como a radiação poderia ser usada de forma segura, especialmente nas áreas de medicina, agricultura e tecnologia, visando melhorar a qualidade de vida e contribuir para avanços científicos.

Fase única

Entregar ao grupo

Neste local, vocês enfrentarão um desafio triplo: três perguntas em uma única rodada.

Como funciona?

- Vocês podem escolher duas das três perguntas para responder.
- Para conquistar o bônus e obter a recompensa completa, precisam acertar duas das três perguntas propostas.

Contexto: Vocês conseguem um documento em que os cientistas se reuniram para discutir os avanços no tratamento do câncer. Nessas anotações é visto que o chefe da equipe comentava sobre o impacto das tecnologias de radiação na medicina. Dentro dessas anotações é possível encontrar a seguinte frase "Sabemos que a radiação é uma ferramenta poderosa no tratamento de várias doenças".

Pergunta: Como exatamente a radiação é usada para ajudar a combater células cancerígenas em pacientes?"

Resposta: A radiação é usada na radioterapia, um tratamento em que feixes de radiação de alta energia são direcionados para destruir ou encolher células cancerígenas. É uma técnica essencial no tratamento de diversos tipos de câncer.

Em um outro documento, entre anotações e cálculos, um dos cientistas estudava sobre métodos para reduzir o desperdício e aumentar a segurança alimentar, esse cientista sugere que "Muitos não sabem, mas a radiação pode ajudar a preservar e tornar os alimentos mais seguros".

Pergunta: Que método baseado em radiação usamos para prolongar a validade e eliminar microrganismos nos alimentos?"

Resposta: Esse método é a **irradiação de alimentos**. A exposição à radiação de baixa dose elimina bactérias e microrganismos, ajudando a manter os alimentos frescos por mais tempo e a reduzir o risco de contaminações.

Contexto: Em outro documento vocês encontram uma discussão sobre Soluções em Segurança, os cientistas discutem como a radiação pode ser útil para manter a segurança em locais públicos.

Pergunta: Sabe-se que a radiação pode ser utilizada em aeroportos para ajudar na segurança. Como ela pode ser utilizada para garantir a segurança dos passageiros?

Resposta: A radiação é utilizada em scanners de segurança, que permitem inspeções rápidas e seguras em aeroportos e outros locais movimentados. Esses dispositivos utilizam doses baixas de radiação para identificar itens ocultos.

Consequência:

Resposta certa: Parabéns! Vocês acabam de completar os documentos relacionados aos estudos de física nuclear e como essa ciência pode contribuir ativamente para melhorar a vida das pessoas, oferecendo diversos benefícios. Como recompensa por esse avanço, vocês ganham roupas especiais que vai ajudar vocês a entrarem na usina e em outros locais da ilha.

Entregar ao grupo



Resposta errada: Infelizmente, sem compreender e concluir as pesquisas avançadas que os cientistas estavam realizando sobre os benefícios da radiação, vocês não conseguiram encontrar o item necessário para avançar adequadamente no jogo. Além disso vocês perderam tempo, com isso foram acrescentadas 3h no tempo de vocês.

Aqui vai uma dica: essas pesquisas são fundamentais! Se tiverem a oportunidade, considerar refazer as situações-problema ou revisitar esse local pode ser uma estratégia válida. Prestar atenção nos benefícios da radiação pode fazer toda a diferença no progresso de vocês!

HOSPITAL

Local com cinco fase

Descrição do hospital

O Hospital outrora movimentado, agora está em ruínas, corroído pelo tempo e pela radiação. Os corredores são escuros e silenciosos, com macas enferrujadas, cadeiras de rodas abandonadas e equipamentos médicos antigos espalhados, como se todos tivessem fugido às pressas. Paredes descascadas e rachadas mostram sinais de deterioração, enquanto lâmpadas piscam fracamente, lançando sombras sinistras.

Na sala de emergência, colchões rasgados e medicamentos quebrados se espalham pelo chão, criando uma atmosfera de desespero. Na UTI, camas cobertas de poeira e ventiladores enferrujados contrastam com o silêncio opressor. No porão do hospital, onde eram armazenados os equipamentos de descontaminação e roupas protetoras, há pilhas de trajes antirradiação jogados no chão, alguns ainda com manchas radioativas. Um contador Geiger que emite cliques esporádicos, indicando a presença de radiação.

Há roupas médicas e bandagens espalhadas pelo chão, além de frascos de medicamentos quebrados. Ao fundo, uma máquina de raio-X antiga e enferrujada repousa sobre um suporte quase caindo.

Há papéis médicos e relatórios espalhados pelo chão, alguns indicando o tratamento desesperado de vítimas da exposição à radiação.

Fase 1

Contexto: Vocês são direcionados ao porão do hospital, um local ainda altamente contaminado, pois foi onde as roupas dos bombeiros, que foram as primeiras pessoas a responder ao acidente na usina, foram descartadas. Como ninguém sabia da gravidade da situação, os bombeiros atenderam ao chamado sem qualquer proteção. Ao entrarem na sala, vocês encontram um monitor que ainda funciona e exibe a quantidade de radiação

no ambiente: 200 mSv (milisieverts) por hora. Nessa sala, vocês podem encontrar algo importante, como dados do acidente na usina.

Pergunta: Se vocês permanecerem nesta sala por 15 minutos, o tempo necessário para encontrar o que procuram, qual será a dose total de radiação recebida? Vocês decidem permanecer no local ou sair?



Resposta:

Passo 1: Informações iniciais

- Taxa de radiação: 200 mSv por hora
- Tempo de permanência: 15 minutos

Passo 2: Converter o tempo de permanência em horas

$$15min = \frac{15}{60} = 0,25h$$

Passo 3: Calcular a dose total de radiação

A dose total (D) recebida é dada por

$$D = 200 \frac{mSV}{h} \times 0,25h = 50mSv$$

Resumo dos Cálculos:

- Dose total de radiação recebida em 15 minutos: 50 mSv

Análise de Segurança

- 50 mSv em uma única exposição é uma dose elevada, especialmente para uma exposição de curta duração.
- Este nível de radiação não é seguro para o público em geral ou trabalhadores, já que ultrapassa os limites anuais recomendados para exposição segura:
 - O limite anual para trabalhadores da área nuclear é de 20 mSv por ano (com exposições ocasionais de até 50 mSv em casos excepcionais).
 - Para o público em geral, o limite anual é de 1 mSv.

Conclusão

Permanecer nessa sala por 15 minutos, recebendo 50 mSv, não é seguro para a maioria das pessoas, dado que essa dose representa um risco elevado de efeitos adversos à saúde.

Consequência:

Resposta certa:

Sabendo que não é seguro permanecer na sala por mais de 15 min, vocês fazem uma busca e resolvem sair do local de forma rápida. No entanto, descubrem um documento que pode ajudar vocês, assim vocês conquistaram a Carta Resposta

Entregar ao aluno

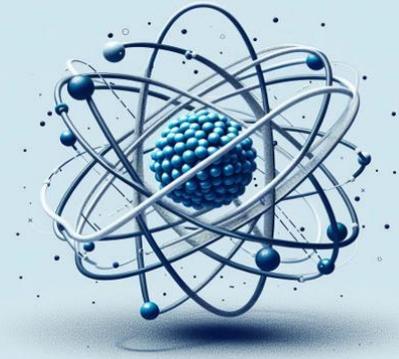
O que é a Carta Resposta?

- Permite que vocês obtenham a resposta correta diretamente do mestre, garantindo a consequência positiva do local, sem precisar responder à pergunta.
- Pode ser usada uma única vez, em qualquer momento da jornada, sendo ideal para situações estratégicas, especialmente quando não souberem a resposta de um desafio.



Carta Resposta

Permite que vocês obtenham a resposta correta diretamente do mestre, garantindo a consequência positiva do local, sem precisar responder à pergunta.



Resposta errada: Permanecer por mais de 15 minutos neste local será extremamente prejudicial. Os níveis de radiação recebidos não são adequados e podem causar danos graves. Apesar de o acidente ter ocorrido há muito tempo, as roupas ainda emitem radiação. Como consequência, vocês acabam de acrescentar 3 horas ao tempo de jogo.

Fase 2

Contexto: Ao entrarem em uma sala, vocês encontram um frasco com uma anotação ao lado, indicando que ele foi utilizado nos dias seguintes ao acidente para ajudar a prevenir danos causados pela radiação no corpo. No entanto, o rótulo do frasco está danificado, e tudo o que vocês sabem é que o medicamento serve para proteger a tireoide.

Pergunta: Sabendo que esse medicamento pode ajudar na proteção em locais altamente contaminados, de qual substância se trata? Vocês decidiriam tomá-lo?

6 HOSPITAL

Pergunta: Sabendo que esse medicamento pode ajudar na proteção em locais altamente contaminados, de qual substância se trata? Vocês decidiriam tomá-lo?

Resposta: O medicamento é o iodo estável (iodeto de potássio), que protege a glândula tireoide, bloqueando a absorção de iodo radioativo. Isso ajuda a prevenir o desenvolvimento de câncer de tireoide.

Consequência:

Resposta certa: vocês tomaram a medicação que irá ajudar vocês a se protegerem, dessa forma vocês reduzem 4h do tempo de vocês.

Resposta errada: Sem saber exatamente o que estão bebendo, há o risco de ingerirem algum remédio que poderia prejudicá-los. Diante da incerteza, vocês perderam tempo tentando decifrar a situação. Como consequência, 3 horas foram acrescentadas ao tempo de vocês.

Fase 3

Contexto: Vocês encontram um relatório de um cientista dentro de uma sala de descontaminação no hospital, onde ele registra os tipos de elementos radioativos presentes em alguns dos pacientes expostos. O relatório menciona que o elemento principal é o Urânio-238 (U-238), que sofre uma série de decaimentos para formar outros elementos radioativos até finalmente se estabilizar como Chumbo-206 (Pb-206).

O cientista destacou que um dos elementos intermediários, que é o terceiro na sequência de decaimento, é crucial para entender os perigos de exposição, pois ele também emite partículas alfa.

Pergunta: Identifique o terceiro elemento da cadeia de decaimento do Urânio-238. Com o nome desse elemento, vocês conseguirão destrancar o armário do cientista, que contém informações importantes sobre os procedimentos de descontaminação.

6 HOSPITAL

Pergunta: Identifique o terceiro elemento da cadeia de decaimento do Urânio-238. Com o nome desse elemento, vocês conseguirão destrancar o armário do cientista, que contém informações importantes sobre os procedimentos de descontaminação.

Dicas:

- Observem a sequência dos decaimentos nucleares começando com o Urânio-238.
- Lembrem-se de que o terceiro elemento também é um tipo de urânio, mas com uma massa diferente.

Resposta:

Aqui está a sequência correta dos primeiros elementos na série de decaimento do Urânio-238:

1. Urânio-238 (U-238) decai para Tório-234 (Th-234).
2. Tório-234 (Th-234) decai para Protactínio-234 (Pa-234).
3. Protactínio-234 (Pa-234) decai para Urânio-234 (U-234).

O terceiro elemento na série de decaimento do Urânio-238, portanto, é Urânio-234 (U-234).

Consequência:

Resposta certa: Ao identificar corretamente o elemento ao qual o cientista se referia, vocês adquiriram uma compreensão mais profunda sobre como se proteger contra seus efeitos. Além disso, encontraram outro relatório crucial, que aponta para a possibilidade de algo importante estar localizado na fase 7 da usina nuclear. Assim que entrarem na usina, vocês já saberão exatamente onde concentrar seus esforços para avançar com mais eficiência. Boa sorte na próxima etapa!

Resposta errada: Sem saber qual elemento o cientista estava pesquisando e se ele poderia causar algum dano, vocês ficaram sem informações sobre a substância. Dessa forma, perderam tempo indo até o local indicado. Como consequência, 3 horas foram acrescentadas ao tempo do grupo.

Fase 4

contexto: Ao entrarem em uma sala, vocês encontram registros que listam os nomes dos pacientes, organizados conforme a gravidade de sua condição. Este hospital se tornou uma importante fonte de informações, já que foi o local mais acessado e utilizado para atender os afetados logo após o acidente. Algo essencial que os médicos sempre precisaram observar, é a diferença entre tipos de contaminação. Alguns pacientes sofreram contaminação direta, enquanto outros tiveram apenas exposição indireta. Assim, a equipe médica precisou fazer uma triagem cuidadosa para determinar onde cada paciente deveria ser atendido.

Pergunta: Por que é importante diferenciar entre contaminação e exposição à radiação ao tratar pacientes vindos da área da usina?



Resposta: É importante porque exposição significa que o paciente foi atingido por radiação externa e pode não estar mais radioativo, enquanto contaminação indica que partículas radioativas aderiram ao corpo ou entraram no organismo, podendo continuar emitindo radiação. Contaminação exige medidas adicionais para remover partículas radioativas, como lavagem e descarte de roupas.

Consequência:

Ao compreenderem a diferença entre exposição e contaminação por radiação, vocês conseguem planejar de forma mais eficaz como atravessar os locais da ilha. Essa distinção é essencial para evitar riscos desnecessários e garantir a segurança na jornada.

Para aprimorar ainda mais sua missão, é recomendado que vocês visitem a Casa 2, onde poderão encontrar informações cruciais para facilitar a entrada na usina. Caso já tenham explorado a Casa 2, como bônus, vocês recebem uma redução de 4h no tempo de vocês.

Fase 5

Contexto: Vocês continuam caminhando pelo hospital e encontram várias anotações espalhadas pelo chão. Essas informações podem ser importantes, já que, em algum momento, vocês terão que entrar no local mais contaminado da cidade: a usina nuclear. Quanto mais vocês souberem sobre proteção, melhor estarão preparados. Decidem então pegar algumas anotações em uma prateleira, mas muitas delas foram apagadas pelo tempo. Essas anotações abordam os efeitos dos diferentes tipos de radiação nos pacientes.

A primeira parte está preservada e diz o seguinte: “Radiação alfa tem baixa penetração e não atravessa a pele, mas é perigosa se inalada ou ingerida.”

Pergunta: Para compreenderem melhor como a radiação pode afetá-los, continuem a descrição acima com as características da radiação beta e da radiação gama.



Resposta:

- **Radiação alfa** tem baixa penetração e não atravessa a pele, mas é perigosa se inaladas ou ingeridas.
- **Radiação beta** pode penetrar alguns milímetros na pele e causar queimaduras, mas é barrada por roupas e vidros finos.
- **Radiação gama** tem alta penetração e pode atravessar o corpo e tecidos, exigindo barreiras espessas como chumbo para proteção.

Consequência:

Resposta certa: vocês ganham uma carta muito importante, a carta bônus horas.

Entregar ao aluno

- 1- Carta Bônus de Horas: Com essa carta, vocês podem responder a uma pergunta e mesmo errando vocês não perderão horas. Vocês podem usar 1x a qualquer momento no jogo.



Resposta errada: Sem conhecer a definição de cada tipo de partícula e seus possíveis efeitos, é arriscado transitar por esse local sem a devida informação. A falta de conhecimento sobre o caminho seguro faz com que vocês se atrasem, resultando na perda de tempo. Como consequência, 3 horas foram acrescentadas ao tempo de vocês.

Pergunta Desafio:

Contexto: Após o acidente na usina, um cientista deixou instruções detalhadas sobre a necessidade de monitorar uma área específica do hospital, onde os pacientes mais graves ficaram. Esta sala do hospital foi exposta a uma fonte de radiação de césio-137, que decai em uma meia-vida de 30 anos. A exposição inicial nessa sala é de 500 roentgens por hora. Um trabalhador precisa entrar nessa área uma vez por ano por 30 minutos para realizar medições importantes, e fará isso ao longo de 10 anos.

Pergunta: Considerando que a radiação de césio-137 diminui pela metade a cada 30 anos, qual será a dose acumulada ao final dos 10 anos?

Entregar ao grupo





**PERGUNTA
DESAFIO**

Pergunta: Considerando que a radiação de césio-137 diminui pela metade a cada 30 anos, qual será a dose acumulada ao final dos 10 anos?

HOSPITAL

Dica: Calcule a dose de cada exposição anual considerando o decaimento ao longo dos anos, e some os valores obtidos para encontrar a dose total acumulada.

Para responder essa pergunta, precisamos calcular a dose de radiação acumulada que o trabalhador receberá ao longo de 10 anos, considerando a meia-vida do Césio-137 e a duração da exposição.

Aqui está a abordagem passo a passo para calcular a dose:

1. Entender a taxa de exposição inicial: A exposição inicial na sala é de 500 roentgens por hora (R/h).
2. Calcular a dose para cada visita de 30 minutos:

$$\text{Dose por visita} = \frac{500R}{2} = 250R$$

3. Considerar a meia-vida do Césio-137:
 - O Césio-137 tem uma meia-vida de 30 anos, o que significa que ao final dos 10 anos, sua radiação será praticamente a mesma, pois 10 anos é apenas 1/3 de uma meia-vida. Portanto, a exposição pode ser considerada constante ao longo dos 10 anos para simplificação.
4. Calcular a dose total ao longo dos 10 anos:
 - O trabalhador realiza essa medição uma vez por ano durante 10 anos.

$$\text{Dose acumulada} = 250R \times 10 = 2500R$$

Resumo da Resposta:

A dose acumulada ao final dos 10 anos será de 2500 roentgens.

Consequência:

Resposta certa: Após calcular a dose acumulada vocês podem monitorar o local, com essa descoberta, vocês ganham um benefício especial: ao entrarem na usina, terão acesso direto à consequência da Fase 6 sem a necessidade de responder à pergunta dessa etapa.

Importante: Ao chegarem à usina, lembrem-se de informar o mestre para ativar o benefício. Boa sorte!

Entregar ao grupo



Resposta errada: Sem saber exatamente o nível de radioatividade presente na sala, vocês não ganham o bônus, infelizmente. Vocês continuam a missão, mas com um acréscimo de 3 horas.

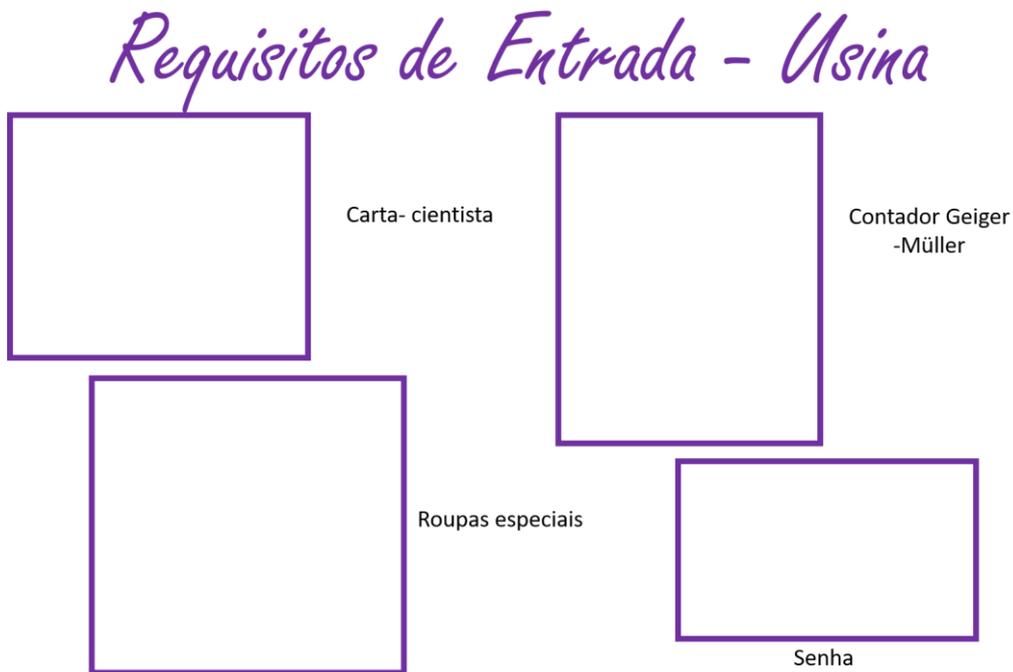
USINA NUCLEAR

Para ingressar na usina, vocês precisam reunir todos os itens essenciais indicados na folha de requisitos entregue a vocês. Esses itens são indispensáveis para garantir sua segurança e o progresso na missão.

Caso não possuam todos os itens necessários, será preciso retornar a alguns locais anteriores para encontrá-los. Planejem bem suas ações: usem suas cartas bônus de forma estratégica e avaliem as melhores maneiras de adquirir o que falta.

Se já possuem todos os itens, parabéns! Vocês estão oficialmente prontos para entrar na usina. A jornada está chegando ao seu clímax, e a saída da ilha está cada vez mais próxima. Confie em suas decisões e continue empenhado.

Entregar ao aluno



Local com 6 fases

Bem-vindos a um dos locais mais perigosos do mundo: a usina nuclear após o acidente. Aqui, vocês poderão descobrir tanto uma forma de sair da ilha quanto a causa do acidente. No entanto, este ambiente é altamente radioativo, então não devem perder muito tempo.

Devido à intensa radiação, é essencial que saiam rapidamente. A usina possui várias áreas, mas vocês terão acesso apenas a um prédio afastado da área do acidente principal. O sarcófago, que contém o reator danificado, é inacessível e seria fatal permanecer ali por mais do que alguns minutos. Portanto, lembrem-se de que estão explorando apenas uma seção da usina.

Boa sorte

Descrição Usina

A usina agora destruída, é um complexo de estruturas industriais abandonadas e corroídas, com sua construção central parcialmente destruída. O edifício do reator está envolto por andaimes danificados e camadas de concreto rachado, onde a explosão e o calor radioativo deixaram fissuras e grandes buracos nas paredes.

está contida em uma estrutura de confinamento conhecida como **Sarcófago** ou **Novo Confinamento Seguro**, que cobre o reator número, o epicentro do desastre nuclear. Essa estrutura gigantesca, foi projetada para isolar a radiação ainda presente e impedir a liberação de partículas radioativas. Ela tem uma forma de arco de aço e é resistente o suficiente para durar pelo menos um século. Seu objetivo é conter o material radioativo e dar espaço para os processos de desmantelamento seguro no futuro. Não é possível adentrar nesse ambiente.

Os outros reatores da usina foram desligados ao longo dos anos seguintes ao desastre, e o local passou por processos de contenção e descontaminação. Os níveis de radiação ainda são elevados em algumas áreas próximas ao reator, mas em níveis controlados dentro da estrutura de segurança.

As **torres de resfriamento**, imponentes, mas enferrujadas, ainda se erguem ao fundo, embora as fissuras e o concreto desmoronado revelem os anos de abandono.

Dentro do edifício principal, os corredores longos e estreitos estão cobertos de escombros: pedaços de teto desabaram, canos estão expostos, e o piso rachado apresenta poças d'água estagnada e manchas de ferrugem.

Os painéis e portas de metal, antes selados para conter a radiação, agora estão deformados e enferrujados, com algumas portas seladas permanentemente e outras abertas, revelando salas sombrias. Nas **salas de controle**, os consoles e painéis ainda apresentam restos de tecnologia da época, cobertos de poeira e vidro quebrado. As luzes vermelhas apagadas dos alarmes indicam onde as sirenes soaram pela última vez.

Tanques de resfriamento e linhas de tubos industriais serpenteiam pelo terreno, cobertos de musgo e com vazamentos esporádicos.

FASE 1

Contexto: vocês chegam a uma sala, perto da sala de controle onde há sinais de perigo e de contaminação radioativa. Vocês estão cada vez mais próximo da onde ocorreu o acidente. No chão, encontram um desenho circular que marca o limite de segurança para a radiação, com uma placa ao lado que diz: áreas foram delimitadas para evitar a exposição excessiva à radiação. vocês ainda precisam encontrar dicas para sair da ilha.

Pergunta: Se você está a uma distância de 5 metros de uma fonte radioativa que emite 50 Sv/h (Sieverts por hora), o quão seguro estará depois de 30 minutos de exposição para procurar algo? Qual deve ser a distância mínima para garantir que você não receba mais do que 1 Sv após esse tempo?"



Dica: $Dose\ total = Taxa\ de\ exposição \times tempo$

Parte 1: Segurança a 5 metros após 30 minutos de exposição

1. Dados iniciais:

- Taxa de exposição a 5 metros: 50 Sv/h
- Tempo de exposição: 30 minutos (ou $30/60 = 0,5$ horas)

2. Calcular a dose recebida em 30 minutos:

$$Dose\ total = Taxa\ de\ exposição \times tempo =$$

$$Dose\ total = 50 \frac{Sv}{h} \times 0,5h = 25 Sv$$

3. Análise de segurança:

- 25 Sv é uma dose extremamente perigosa e letal. Ficar a 5 metros da fonte por 30 minutos **não é seguro**.

Parte 2: Distância mínima para limitar a exposição a 1 Sv em 30 minutos

Para limitar a exposição a no máximo 1 Sv, usaremos o **Princípio do Inverso do Quadrado da Distância**, que indica que a intensidade da radiação diminui com o quadrado da distância da fonte.

1. Dose desejada em 30 minutos:

- A exposição máxima permitida é 1 Sv em 30 minutos.

2. Converter a dose máxima para uma taxa horária:

- Para 30 minutos (ou 0,5 horas), a taxa máxima permitida é

$$Taxa\ máxima\ permitida = \frac{1 Sv}{0,5h} = 2 Sv/h$$

3. Aplicar o Princípio do Inverso do Quadrado da Distância:

- Sabendo que a taxa de radiação a 5 metros é 50 Sv/h, queremos saber a distância d onde a taxa cai para 2 Sv/h.
- A relação entre a taxa de exposição e a distância é:

$$\frac{50 Sv/h}{d^2} \times (5)^2$$

Simplificando para d :

$$d = 5 \times \sqrt{\frac{50}{2}} = 25m$$

Resumo

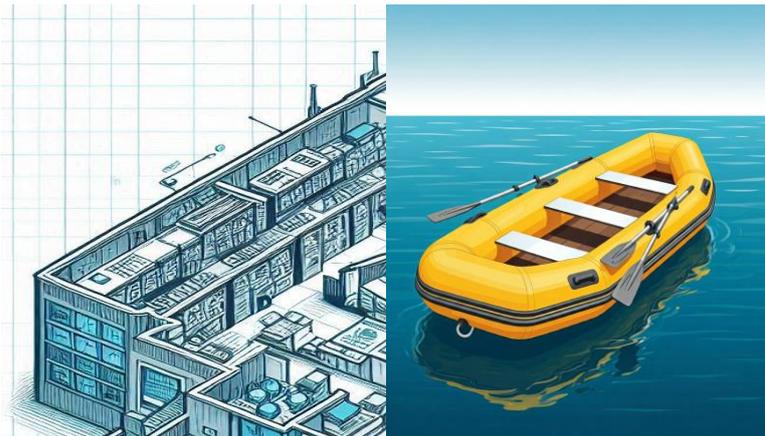
Para garantir que a exposição não ultrapasse 1 Sv em 30 minutos, você deve manter uma distância mínima de aproximadamente 25 metros da fonte de radiação.

Consequência:

Resposta certa: Parabéns! Ao vasculhar a sala, vocês descobriram uma pista crucial para sua jornada: a localização de um bote que poderá facilitar a saída da ilha e aproximá-los do objetivo final. No entanto, a jornada ainda não está concluída. Apesar de terem encontrado o bote, é fundamental determinar a rota segura para escapar da ilha.

Sair sem o planejamento adequado pode ser fatal, já que áreas contaminadas e outros perigos estão espalhados ao redor. Vocês precisam continuar explorando a usina para encontrar os itens e informações essenciais que garantirão uma fuga segura. Mantenham o foco e estejam atentos, cada pista pode ser a chave para sua sobrevivência!

Entregar ao aluno



Resposta errada: Sem saber exatamente qual é a distância mínima e o tempo seguro para permanecer no local, vocês optam por sair sem vasculhar a sala. Como consequência, 3 horas são acrescentadas ao tempo de vocês. Lembrando que essa sala é de grande importância para a missão.

Fase 2

Contexto: Ao entrar na sala de 6 da usina, vocês encontram um computador muito antigo, identificado com o nome de um dos técnicos que trabalhavam na usina no dia do acidente. No entanto, o acesso ao computador está protegido por uma senha. Para desbloqueá-lo, vocês precisarão decifrar a senha usando as respostas numéricas que encontraram até

agora. Cada resposta numérica corresponde a uma letra específica; ao correlacioná-las corretamente, vocês descobrirão a senha para ligar o computador.

"Cada número relacionado a um elemento radioativo que passou por decaimentos sucessivos. Descubra os números corretos usando as informações a seguir."

Entregar ao grupo

Pergunta:

1. Pista 1: O primeiro número corresponde ao número de decaimentos alfa que o urânio-238 precisa passar para se transformar em chumbo-206.
2. Pista 2: O segundo número é o número de decaimentos beta que o urânio-238 também passa até se transformar em chumbo-206.
3. Pista 3: O terceiro número é a quantidade de partículas alfa emitidas quando o polônio-210 decai completamente em chumbo-206.
4. Pista4: o quarto número é o número de decaimentos gama

Entregar ao aluno

Qual é a combinação correta do cadeado?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
F	G	O	G	E	L	I	A	U	A

Usar para fazer a correlação

-
1. Primeira pista (Decaimentos alfa do urânio-238): O urânio-238 passa por 8 decaimentos alfa antes de se transformar em chumbo-206.

2. Segunda pista (Decaimentos beta do urânio-238):
Durante o processo de decaimento até se transformar em chumbo-206, o urânio-238 passa por 6 decaimentos beta.
3. Terceira pista (Decaimentos alfa do polônio-210):
O polônio-210 emite 1 partícula alfa para se transformar em chumbo-206.
4. Quarta pista: (Decaimento gama do urânio-238)
O Urânio não passa por nenhum decaimento gama.

Resposta:

Palavra encontrada a partir da correlação:

Números	8	6	1	0
Letras	A	L	F	A

Consequência:

Resposta correta:

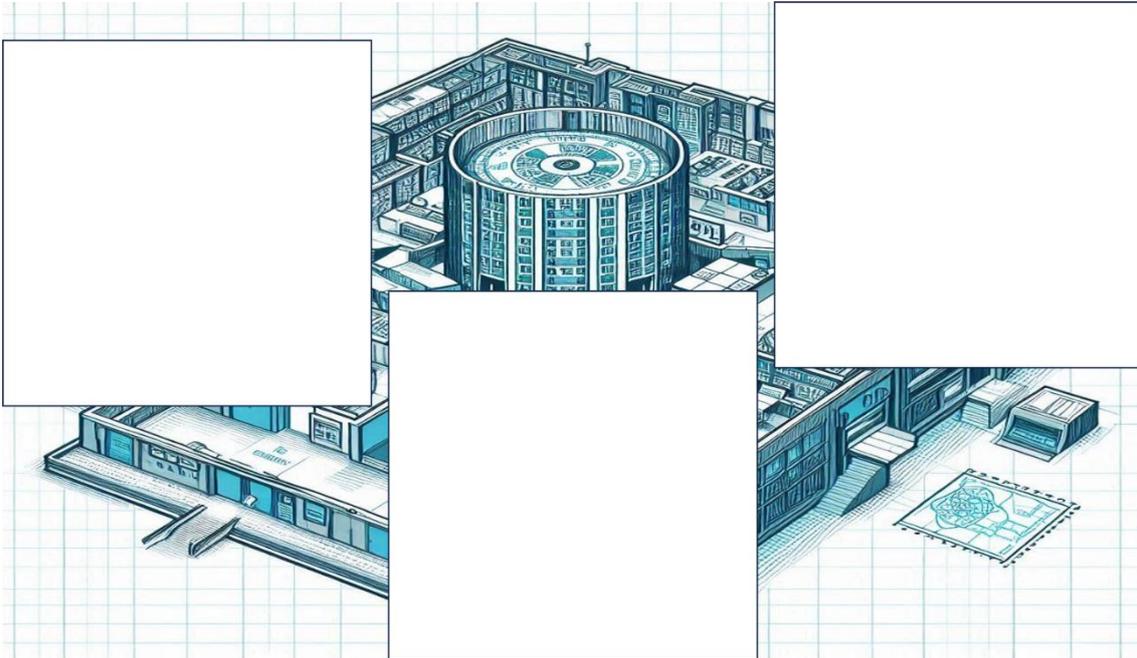
Parabéns! Vocês acabam de encontrar um mapa crucial para a sua missão. Esse mapa é incompleto, e sua tarefa será preenchê-lo com informações vitais que foram coletadas ao longo da jornada. Ao completar o mapa, ele revelará a localização exata da sala de emergência, um dos poucos locais que permaneceram intactos após o acidente.

A sala de emergência é um espaço seguro, projetado para suportar situações extremas, incluindo altos níveis de radiação. É lá que vocês encontrarão os recursos necessários para organizar sua saída da ilha. Outros locais ainda estão contaminados ou apresentam perigos adicionais, tornando-os impraticáveis para fuga.

Seu desafio agora é garantir que o mapa seja completado corretamente, pois apenas a rota indicada levará vocês ao local seguro. Boa sorte, e lembrem-se de que cada decisão pode fazer a diferença!

Entregar ao aluno

Mapa de saída-emergência



Resposta errada: Sem descobrir a senha, vocês não conseguem acessar o computador e, conseqüentemente, não obtêm uma informação crucial que os ajudaria diretamente a deixar a ilha. Além de acrescentar 3h no tempo de vocês.

Fase 3

Contexto: Ao entrar em um setor importante da usina, é crucial determinar se o ambiente está contaminado ou seguro para permanência. Durante a exploração, vocês encontram um quadro que relaciona números a elementos químicos. Para prosseguir, é necessário decifrar o número associado ao elemento descrito na pergunta abaixo.

Mensagem no quadro: *"O segredo do quadro está no tempo que a radiação leva para se reduzir. O número que buscas é o resultado do decaimento de um elemento muito especial."*

Entregar ao grupo

Pergunta:

O número que vocês precisam está registrado em uma anotação deixada por um cientista

que trabalhava na análise de uma amostra dentro da usina. Ele estudava um elemento radioativo com uma meia-vida de 8 dias. O cientista começou com 400 gramas da amostra e 24 dias se passaram.

Quantos gramas do elemento restaram? O número de gramas restantes é o código que corresponde ao elemento químico no quadro. Com base nisso, qual era o elemento que o cientista estava estudando?

10- Rádio 224
20- Césio 137
30- Urânio 235
31- Cobalto 60
50- Iodo 131

Dica:

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{t}{T_{\left(\frac{1}{2}\right)}}\right)}$$

Resposta: A fórmula para calcular a quantidade restante de material radioativo após um tempo t é:

$$N(t) = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{t}{T_{\left(\frac{1}{2}\right)}}\right)}$$

Onde:

- $N_0 =$ quantidade inicial de Iodo – 131 (400g)
- $t =$ Tempo decorrido (24 dias)
- $T_{\left(\frac{1}{2}\right)} =$ meia vida do Iodo – 131 (8 dias)

Substituindo os valores:

$$N(24) = 400 \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{24}{8}\right)}$$

$$N(24) = 400 \left(\frac{1}{2}\right)^{(3)}$$

$$N(24) = 400 \times \left(\frac{1}{8}\right) = 50g$$

O código para o quadro é o número 50, ou seja, o elemento é o iodo 131.

Consequência:

Resposta certa: o grupo descobriu o elemento correto, vocês ganham uma recompensa especial: podem optar pela redução de 4 horas no tempo total da jornada ou por uma Carta de Pesquisa, que permite realizar uma consulta de até 3 minutos em uma fonte de sua escolha. A carta pode ser usada a qualquer momento, oferecendo uma vantagem estratégica para continuar explorando as fases e a usina.

Entregar ao grupo.



Resposta errada: Sem identificar corretamente o elemento que o cientista estava estudando, vocês não conseguem determinar se é seguro permanecer na sala, especialmente sem decifrar o número do elemento no quadro que faz referência às suas pesquisas. Essa falta de informação pode ser extremamente perigosa. Como consequência, 3 horas são acrescentadas ao tempo total de vocês.

Fase 4

Contexto: Atrás de um quadro, vocês encontram uma pequena câmera de monitoramento de radiação, que apesar de tudo ainda funciona. Ela registra o decaimento de uma amostra (fictícia). A câmera pede um código numérico baseado no número de partículas detectadas.

Pergunta: Um contador Geiger detecta 500 partículas por segundo em uma amostra. Se a atividade dessa amostra decai exponencialmente com uma meia-vida de 5 minutos, quantas partículas serão detectadas por segundo após 15 minutos?



Dica:

$$A(t) = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}\right)}$$

Resposta:

A atividade de uma amostra radioativa diminui de acordo com a fórmula:

$$A(t) = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}\right)}$$

$A_0 =$ Atividade Inicial (500 partículas por segundo)

$t =$ tempo decorrido (15 minutos)

$T_{\left(\frac{1}{2}\right)} = \text{tempo de meia vida}(5 \text{ minutos})$

Resolvendo:

$$A(t) = 500 \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{15}{5}\right)}$$

$$A(t) = 500 \left(\frac{1}{2}\right)^{(3)}$$

$$A(t) = 500 \times \left(\frac{1}{8}\right)$$

$$A(t) = 62,5 \text{ partículas}$$

Resposta: Aproximadamente 62,5 partículas por segundo

Consequência:

Resposta certa: Na câmera de monitoramento, vocês encontram o que pode ser a última imagem registrada antes do acidente. Essa imagem é crucial, pois revela o caminho para uma sala importante que pode ajudar vocês a sair da usina: a sala de controle de segurança. A sala é mencionada na **Fase 7** e, se vocês já passaram por ela, estão à frente no jogo. Caso já tenham visitado a sala de controle de segurança anteriormente, vocês se anteciparam e, como recompensa, perderam 4h.

Resposta errada: Sem acesso a câmera e ao que ela poderia ter registrado, vocês se sentem desorientados sobre como proceder e para onde ir. Essa incerteza resulta em uma perda de tempo, adicionando 3 horas ao cronômetro de vocês.

Fase 5

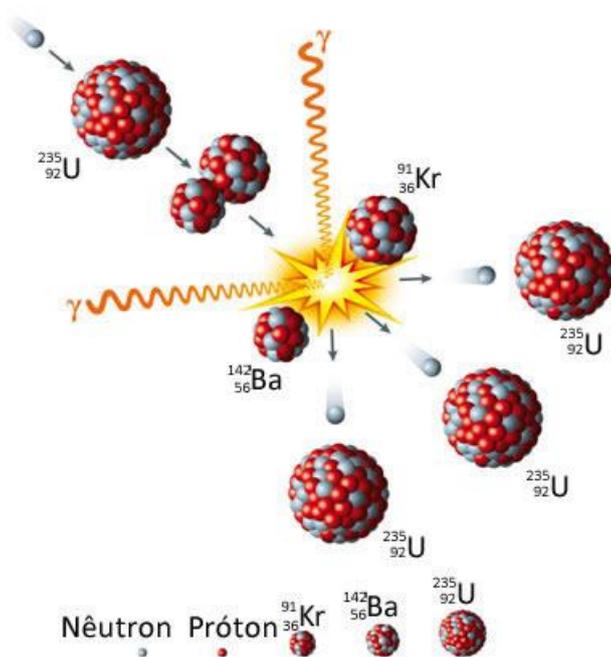
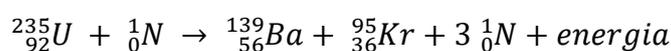
Contexto: vocês encontraram uma anotação de um trabalhador da usina que estava presente durante acidente. Esse documento traz informações cruciais para o entendimento do que aconteceu no dia do acidente. O documento mesmo que um pouco apagado, ainda é possível ler: “a explosão foi causada por um erro no controle da reação de fissão nuclear do urânio-235. uma grande quantidade de urânio-235 foi liberada no ambiente.

Entregar ao aluno

Na fissão do urânio-235 (U^{235}) o núcleo do átomo é bombardeado com um nêutron (N^1), que o faz se dividir em dois núcleos menores — neste caso, bário-141 (Ba^{141}) e cripton-92 (Kr^{92}) liberando três novos nêutrons e grande quantidade de energia.

Esses nêutrons liberados podem, por sua vez, colidir com outros átomos de urânio-235, desencadeando uma reação em cadeia. Se a reação não for controlada, ela pode liberar energia de forma muito rápida, o que pode causar uma explosão, como a que ocorreu na usina nuclear. Esse descontrole foi a causa do acidente, levando à liberação de material radioativo no ambiente.

Seguinte equação de reação de fissão nuclear:



Pergunta: No reator, os técnicos usavam barras de controle para moderar a reação. Sabendo que as barras de controle absorvem nêutrons, como elas evitam a aceleração da reação em cadeia?

Resposta:

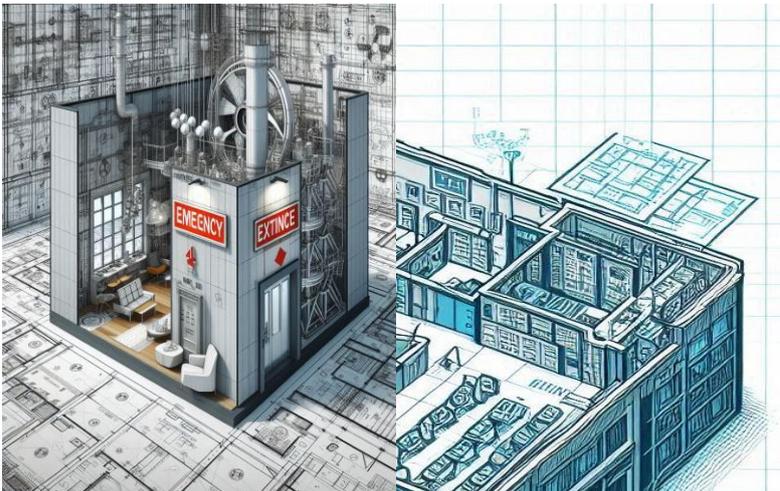
As barras de controle são feitas de materiais que absorvem nêutrons livres, como o boro ou o cádmio. Esses nêutrons são necessários para que a fissão do urânio-235 continue a ocorrer. Ao absorver os nêutrons, as barras de controle reduzem o número de nêutrons disponíveis para iniciar novas reações de fissão, moderando a reação em cadeia.

Quando as barras de controle são inseridas no reator, elas limitam a quantidade de energia liberada e mantêm a reação nuclear sob controle. No entanto, se essas barras forem retiradas ou se falharem, a reação pode acelerar de maneira descontrolada, resultando em um acidente nuclear, como o que ocorreu.

Consequência:

Resposta certa: Vocês acabam de desvendar o que pode ter sido a principal causa do acidente na usina. Com essa descoberta, encontraram também informações valiosas: a sala de emergência e o código de acesso para entrar nela. Porém, a localização exata dessa sala ainda precisa ser encontrada, o que será crucial para saída da ilha.

Agora que vocês sabem que a sala de emergência realmente existe, começam a montar as peças do quebra-cabeça sobre o que aconteceu na usina. Essa compreensão os aproxima da solução final. Além disso por ser uma informação importante, vocês acabam de perder 3 horas.

Entregar ao aluno

Resposta errada: Sem compreender o funcionamento de uma usina nuclear, vocês não conseguem identificar a causa do acidente, uma informação crucial para a missão. Como resultado, precisam parar para estudar, o que adiciona 3 horas ao tempo de vocês. No

entanto, como chegaram até aqui, o mestre oferece uma dica: vocês têm a opção de adicionar mais 2 horas ao tempo total e adquirir uma carta de pesquisa.

Fase 6

Contexto: Ao tentar ingressar na parte principal da usina vocês encontram um painel digital, que pede um código de quatro dígitos. Perto da caixa, há um quadro que descreve: "O código é o número de prótons, nêutrons e elétrons no isótopo de iodo mais comum utilizado em medicina. Some esses valores para encontrar o código."

Pergunta: Qual é o código?



Dica:

$$N = A - p$$

N= nêutrons

A= massa

p= prótons

Resposta: O isótopo de iodo mais comum utilizado em medicina é o iodo-131.

- O iodo tem número atômico 53, ou seja, ele tem 53 prótons e 53 elétrons.

- O número de nêutrons é dado pela diferença entre o número de massa (131) e o número de prótons (53):

$N =$ nêutrons

$A =$ massa

$p =$ prótons

$$N = A - p$$

$$N = 131 - 53 = 78 \text{ (nêutrons)}$$

Somando os prótons, nêutrons e elétrons:

$S =$ soma ($p + n + e$)

$$Soma = 53 + 78 + 53$$

$$soma = 184$$

O código da caixa é 184.

Consequência:

Resposta certa: Consequência: Ao descobrir que o elemento era o Iodo, e sabendo que sua meia vida é bem baixa, assim que o local é seguro vocês olham atrás do quadro e descobrem que existia uma anotação do cientista falando sobre a importância da sala 6 da usina, ou seja, a fase 2. Então é indicado que caso vocês não tenham ido até lá, é importante que vá. Caso já tenham ido podem trocar a consequência pela retirada de 2h.

Resposta errada: Sem o código correto para entrar, vocês perdem tempo e não conseguem descobrir o que há no local. Como consequência, 3 horas são adicionadas ao tempo do grupo.

Fase 7

Contexto: Na sala de controle de segurança um equipamento indica a presença de uma amostra de Iodo-131 (I-131), um isótopo radioativo com uma constante de desintegração de $0,1 \text{ dia}^{-1}$. Inicialmente, a amostra tinha 8000 núcleos de Iodo-131. O objetivo de vocês é saber quantos núcleos ainda não terão se desintegrado após 10 dias, para determinar a segurança do local.

Pergunta: Usando a constante de desintegração de $0,1 \text{ dia}^{-1}$, quantos núcleos de Iodo-131 ainda restarão após 10 dias? Obs: sabemos que $e^{-1} \approx 0,37$

14 USINA

Pergunta: Usando a constante de desintegração de $0,1 \text{ dia}^{-1}$, quantos núcleos de Iodo-131 ainda restarão após 10 dias?
Obs: sabemos que $e^{-1} \approx 0,37$

Dica:

$$N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$$

onde:

- $N_0 =$ número inicial de núcleos
- $\lambda =$ constante de desintegração
- $t =$ tempo

Resposta:

Para encontrar o número de núcleos restantes após um tempo t , podemos usar a fórmula:

$$N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}$$

onde:

- $N_0 = 8000$ (número inicial de núcleos)
- $\lambda = 0,1 \text{ dia}^{-1}$
- $t = 10 \text{ dias}$

1. Substituímos os valores na fórmula:

$$N(10) = 8000 \times e^{-(0,1 \times 10)}$$

2. Calculamos

$$N(10) = 8000 \times e^{-1}$$

3. Sabemos que $e^{-1} \approx 0,37$

4. Então:

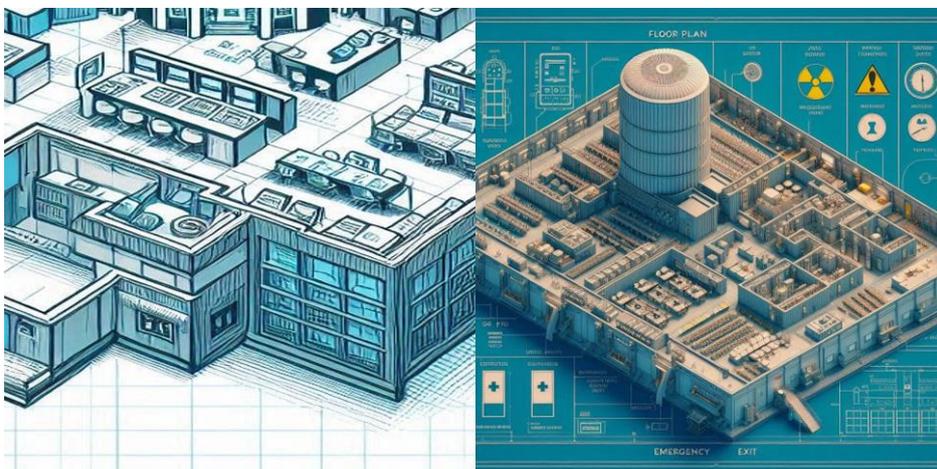
$$N(10) \approx 8000 \times 0,37 = 2960$$

Resultado: Após 10 dias, restarão aproximadamente 2960 núcleos de Iodo-131.

Consequência:

Resposta certa: Parabéns! Vocês acabam de encontrar uma planta detalhada de uma sala especial da usina. Essa planta é um recurso valioso, pois permite que vocês se orientem melhor dentro do complexo e aumenta suas chances de encontrar uma saída segura da ilha. Prestem atenção ao mapa, pois ele pode conter pistas importantes sobre os caminhos. O objetivo principal é localizar a sala especial para sair da usina. Essa sala, por ter permanecido intacta mesmo após o acidente.

Entregar ao grupo



Resposta errada: Resposta errada: Sem conseguir avaliar a segurança do local, vocês optam por não permanecer na área. Essa decisão impede a obtenção de um item essencial para a fuga da ilha. A falta de uma avaliação adequada de riscos pode levar à perda de oportunidades críticas e ao aumento do tempo necessário para alcançar os objetivos. Como consequência, 3 horas são adicionadas ao tempo total de vocês.

FINALIZAÇÃO DO JOGO

Entregar ao grupo quando montarem o mapa de evacuação.

Entregar ao grupo

Parabéns! Vocês conseguiram montar o mapa de evacuação da cidade, descobrindo assim a rota para deixar a ilha. Após enfrentarem diversas situações desafiadoras e aplicarem seu conhecimento científico ao longo das fases, chegaram até aqui com mérito. Além disso, desvendaram o verdadeiro motivo do acidente na ilha. É importante destacar que o incidente investigado no jogo possui uma relação significativa com a realidade: o acidente de Chernobyl, ocorrido em 26 de abril de 1986, foi o mais grave da história da energia nuclear comercial, resultando na explosão do reator 4 da usina e na liberação de material radioativo na atmosfera. Mais uma vez, parabéns pela conquista e pela dedicação demonstrada ao longo do jogo.

Anotação de Pesquisa — Investigação sobre o Acidente

Data: 04/05/1986

Cientista: Dr. Mikhail Petrov

Título: Análise preliminar sobre as causas e sequência do acidente no Reator 4

Resumo dos eventos:

A explosão do Reator 4 na Usina ocorreu em 26 de abril de 1986, durante um teste de segurança programado. A análise inicial aponta que o desastre foi resultado de uma combinação complexa de falhas de projeto do reator RBMK e erros de operação. O objetivo do teste era avaliar se a energia residual seria suficiente para manter as bombas de resfriamento funcionando em caso de uma queda de energia. No entanto, diversos fatores contribuíram para uma reação descontrolada.

Observações preliminares:

1. Configuração dos sistemas de segurança desligada:

Inexplicavelmente, muitos sistemas automáticos de segurança foram desativados no início do teste. Essa prática é altamente arriscada, pois qualquer falha no controle manual aumenta exponencialmente a probabilidade de uma resposta inadequada a um aumento inesperado na reatividade.

2. Desenho instável do reator RBMK:

Os reatores RBMK são conhecidos por uma característica estrutural instável em baixos níveis de potência. Suspeita-se que, quando a equipe tentou estabilizar a baixa potência, isso tenha levado a uma instabilidade na reação em cadeia. Esses

reatores apresentam um "coeficiente de vazão positivo", significando que a reação aumenta descontroladamente quando a água se vaporiza.

3. Inserção das barras de controle:

Em um esforço para interromper a reação descontrolada, os operadores ativaram as barras de controle de emergência, mas estas possuem pontas de grafite que podem, ironicamente, intensificar a reatividade em vez de reduzi-la, causando um aumento imediato na potência.

4. Explosões sucessivas e liberação de radiação:

O aumento brusco de pressão no reator levou a explosões sequenciais, destruindo a estrutura do reator e liberando uma vasta quantidade de material radioativo na atmosfera. Esse processo ainda não está completamente claro, mas é possível que a primeira explosão tenha sido de vapor, seguida por uma explosão nuclear.

Conclusões Temporárias:

Ainda preciso analisar os dados completos, mas é evidente que a combinação de falhas de projeto com decisões operacionais críticas causara o desastre. Esta sequência de erros reforça a necessidade de um redesenho urgente dos reatores RBMK e de maior atenção aos protocolos de segurança.

6. Perguntas extras que podem ser usadas pelos professores

Essas perguntas extras foram desenvolvidas para oferecer mais flexibilidade ao professor durante o jogo. Elas permitem que o professor altere as perguntas originais, tornando o jogo mais dinâmico e adequado para ser jogado várias vezes sem que os alunos memorizem as respostas.

O professor pode substituir as perguntas por completo, ajustar os valores de algumas perguntas, ou até fazer pequenas variações que alterem significativamente a experiência do jogo. Isso garante maior variedade, engajamento e desafios personalizados para os alunos.

Contexto: Você está em um hospital próximo a uma usina nuclear que acaba de sofrer um grave acidente. Durante a explosão, um dos reatores entrou em colapso e começou a liberar radiação. O hospital está recebendo muitas vítimas, mas você precisa rapidamente identificar os sintomas daqueles expostos a altos níveis de radiação.

Pergunta: Quais são os três principais sintomas que você deve procurar nas primeiras horas após a exposição à radiação?

Resposta: Náuseas, vômitos e tonturas. Esses são os primeiros sinais comuns de exposição aguda à radiação.

Contexto: Em um cenário pós-desastre nuclear, você está ajudando na evacuação de uma cidade próxima ao local da explosão. As ruas estão desertas, mas você tem três opções de caminho para escapar:

- O primeiro caminho passa diretamente ao lado do reator danificado, ainda em chamas, onde as partículas de radiação estão no ar.
- O segundo caminho passa por uma ponte que está sobre um rio contaminado com material radioativo.
- O terceiro caminho segue por um túnel, onde a ventilação é ruim, mas a radiação ainda não chegou.

Pergunta: Qual caminho você deve escolher para minimizar sua exposição à radiação?

Resposta: O terceiro caminho. Embora o túnel tenha pouca ventilação, ele é o único lugar onde a radiação ainda não chegou. A radiação no ar e na água pode ser muito mais perigosa.

Contexto: Após o desastre nuclear, os médicos estão tentando prever quanto tempo levará para que a área ao redor da usina nuclear seja habitável novamente. Eles sabem que o material radioativo liberado tem uma meia-vida de 30 anos.

Pergunta: Se o nível de radiação atual é considerado perigoso, quanto tempo levará para que a radiação caia para um nível $1/8$ do seu valor original?

Resposta: Levará 90 anos para que a radiação caia para $1/8$ do valor original, pois são necessárias três meias-vidas (cada meia-vida é de 30 anos).

Contexto: Após o desastre, você está monitorando os níveis de radiação em um material radioativo encontrado perto da explosão. Esse material tem uma meia-vida de 10 anos. No momento, ele está emitindo uma alta quantidade de radiação.

Pergunta: Se você medir novamente a radiação emitida por esse material daqui a 20 anos, quanto da radiação original ele terá emitido?

Resposta: Em 20 anos, duas meias-vidas terão passado, então o material emitirá $1/4$ da radiação original. Após 10 anos, a radiação é reduzida pela metade, e depois de mais 10 anos, é reduzida novamente pela metade.

Contexto: Você é parte de uma equipe de emergência em um hospital e precisa monitorar os níveis de radiação em torno das instalações. Você tem em mãos um contador Geiger, que mede a quantidade de radiação. De repente, você percebe que os níveis de radiação começam a aumentar conforme você se aproxima de uma sala.

Pergunta: O que você faz para proteger os pacientes e a equipe, e como o contador Geiger pode ajudar nesse processo?

Resposta: Primeiro, você deve evacuar a sala e isolar a área. O contador Geiger ajudará a identificar a origem da radiação e a medir os níveis para garantir que ninguém seja exposto a doses perigosas. Além disso, é importante limitar o tempo de exposição e usar barreiras de proteção.

Contexto: Você é parte de uma equipe de emergência em um hospital e precisa monitorar os níveis de radiação em torno das instalações. Você tem em mãos um contador Geiger, que mede a quantidade de radiação. De repente, você percebe que os níveis de radiação começam a aumentar conforme você se aproxima de uma sala.

Pergunta: O que você faz para proteger os pacientes e a equipe, e como o contador Geiger pode ajudar nesse processo?

Resposta: Primeiro, você deve evacuar a sala e isolar a área. O contador Geiger ajudará a identificar a origem da radiação e a medir os níveis para garantir que ninguém seja exposto a doses perigosas. Além disso, é importante limitar o tempo de exposição e usar barreiras de proteção.

Contexto: Em um cenário pós-desastre nuclear, você está ajudando na evacuação de uma cidade próxima ao local da explosão. As ruas estão desertas, mas você tem três opções de caminho para escapar:

- O **primeiro caminho** passa diretamente ao lado do reator danificado, ainda em chamas, onde as partículas de radiação estão no ar.
- O **segundo caminho** passa por uma ponte que está sobre um rio contaminado com material radioativo.
- O **terceiro caminho** segue por um túnel, onde a ventilação é ruim, mas a radiação ainda não chegou.

Pergunta: Qual caminho você deve escolher para minimizar sua exposição à radiação?

Resposta: O terceiro caminho. Embora o túnel tenha pouca ventilação, ele é o único lugar onde a radiação ainda não chegou. A radiação no ar e na água pode ser muito mais perigosa.

Contexto: Durante uma operação de resgate no hospital, você tem que entrar em uma área com altos níveis de radiação. Você sabe que existe uma regra crucial ao lidar com a radiação: quanto mais tempo você passar em uma área irradiada, maior será a dose absorvida.

Pergunta: Qual é a melhor estratégia para minimizar a quantidade de radiação absorvida enquanto você resgata as pessoas?

Resposta: A melhor estratégia é **limitar o tempo de exposição**, além de manter a maior distância possível da fonte de radiação e usar barreiras protetoras. Essas três medidas são fundamentais para reduzir a dose de radiação absorvida.

Pergunta: Em um dos documentos encontrados, os estudantes leem que a área foi contaminada com um material radioativo que emite partículas beta e tem uma meia-vida de 12 anos. Se a atividade inicial do material era de 2400 Bq no momento do acidente, quanto tempo levará para que a atividade caia para 300 Bq?

Resposta: A meia-vida do material radioativo é de 12 anos, e a atividade inicial era 2400 Bq. Queremos descobrir quanto tempo levará para que a atividade caia para 300 Bq.

Usamos a fórmula do decaimento radioativo:

$$A_{(T)} = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{t}{T_{\left(\frac{1}{2}\right)}}\right)}$$

$A_{(T)}$ = Atividade final (300 bq)

A_0 = Atividade Inicial (2400 partículas por segundo)

t = tempo decorrido =?

$T_{\left(\frac{1}{2}\right)}$ = tempo de meia vida(12 anos)

$$A_{(T)} = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\left(\frac{t}{T_{\left(\frac{1}{2}\right)}}\right)}$$

Primeiro, determinamos quantas meias-vidas são necessárias para que a atividade caia de 2400 Bq para 300 Bq:

$$\frac{A_0}{A_t} = \frac{2400}{300} = 8$$

Sabemos que a atividade cai à metade a cada meia-vida, então serão necessárias **3 meias-vidas**, já que:

$$2^3 = 8$$

Agora, multiplicamos o número de meias-vidas pelo tempo de uma meia-vida:

$$t = 3 \times 12 \text{ dias} = 36 \text{ anos}$$

Portanto, levará **36 anos** para que a atividade caia de 2400 Bq para 300 Bq.

Contexto: Após o desastre, você está monitorando os níveis de radiação em um material radioativo encontrado perto da explosão. Esse material tem uma meia-vida de 10 anos. No momento, ele está emitindo uma alta quantidade de radiação.

Pergunta: Se você medir novamente a radiação emitida por esse material daqui a 20 anos, quanto da radiação original ele terá emitido?

Resposta: Em 20 anos, duas meias-vidas terão passado, então o material emitirá 1/4 da radiação original. Após 10 anos, a radiação é reduzida pela metade, e depois de mais 10 anos, é reduzida novamente pela metade.

Contexto : No quarto, os alunos encontram um cofre trancado com uma combinação numérica. Perto do cofre, há uma folha com a seguinte mensagem “*O segredo para abrir o cofre está na meia-vida. Para abrir o cofre, você precisa calcular quantas meias-vidas são necessárias para que um material radioativo com uma vida inicial de 800 gramas se reduza a 100 gramas. Este material segue o decaimento de Carbono-14.*”

Pergunta: Quantas meias-vidas são necessárias para reduzir de 800 gramas para 100 gramas?

Resposta: A cada meia-vida, a quantidade de material radioativo se reduz pela metade. Para descobrir quantas meias-vidas são necessárias, podemos fazer os cálculos:

- Após 1 meia-vida: $800 \text{ g} / 2 = 400 \text{ g}$
- Após 2 meias-vidas: $400 \text{ g} / 2 = 200 \text{ g}$
- Após 3 meias-vidas: $200 \text{ g} / 2 = 100 \text{ g}$

São necessárias 3 meias-vidas para que 800 gramas se reduzam a 100 gramas. A combinação do cofre é 3.

Pergunta: Se um trabalhador tivesse que trabalhar na margem do Lago por 2 horas por dia, e a taxa de exposição no local fosse de 20 roentgens por hora, qual seria a dose total de radiação recebida após 5 dias de trabalho?

Resposta:

A taxa de exposição é de 20 roentgens por hora, e o trabalhador estaria exposto por 2 horas por dia. A dose diária de radiação seria:

Dose diária da radiação:

$$Dose \text{ Diária} : \frac{20 \text{ roentgens}}{\text{dia}} \times 2 = 40 \frac{\text{roentgens}}{\text{dia}}$$

Agora, calculamos a dose total após **5 dias** de trabalho:

$$Dose \text{ total: } 40 \frac{\text{roentgens}}{\text{dia}} \times 5 \text{ dias} = 200 \text{ roentgens}$$

Portanto, o trabalhador receberia uma dose total de 200 Roentgen após 5 dias de trabalho.

Contexto: Conforme descrito, vocês encontram no quarto um cofre feito de chumbo. Ao observar mais atentamente, percebem que há outros tipos de cofres no local, feitos de diferentes materiais:

- Madeira
- Chumbo
- Vidro

Pergunta: Se o cientista estivesse guardando um objeto que emite radiação gama, qual desses materiais seria o mais eficaz para bloqueá-la?"

Resposta: O chumbo é o material mais eficaz para bloquear radiação gama. Ele é denso e pode absorver radiação de alta energia, enquanto madeira e vidro oferecem pouca proteção contra esse tipo de radiação.

Contexto: Dentro do escritório do cientista vocês encontram umas anotações de experimentos envolvendo radiação. Ele descreve sobre como existem diferentes tipos de radiação.

Pergunta: Existem três tipos de radiação emitidos durante o decaimento radioativo: alfa, beta e gama. Sabendo disso, qual dessas radiações tem o maior poder de penetração e por quê?

Resposta: Radiação gama. A radiação gama tem o maior poder de penetração porque é uma forma de radiação eletromagnética com alta energia e sem massa, o que permite atravessar materiais densos. Enquanto as partículas alfas são facilmente bloqueadas por papel e as partículas beta por vidro ou alumínio, a radiação gama só é bloqueada por barreiras densas, como chumbo.

Contexto: No meio da sala encontram um pequeno fragmento de um pó branco que brilha no escuro. Ao lado do objeto, há uma placa parcialmente destruída que menciona "Césio-137". Vocês precisam entender que pó é esse e se são maléficos a saúde de vocês.

Vocês precisam entender o que aconteceu ali para continuar sua investigação e proteger-se dos perigos que ainda existem.

Pergunta 1: O que é o Césio-137, e por que ele foi tão perigoso no acidente radiológico de Goiânia?

Resposta:

O **Césio-137** é um isótopo radioativo resultante de reações nucleares, comumente utilizado em equipamentos de radioterapia para tratamento de câncer. No acidente de Goiânia, um equipamento de radioterapia foi abandonado e, ao ser desmontado por pessoas que desconheciam sua natureza perigosa, o material radioativo foi espalhado pela cidade.

O Césio-137 emite radiação beta e gama, o que o torna extremamente perigoso para a saúde humana. A exposição a essa radiação pode causar queimaduras, envenenamento por radiação e, em doses mais altas, pode ser fatal. Além disso, o pó que continha Césio-137 era altamente solúvel, o que facilitou sua dispersão e contaminação de pessoas e objetos

Pergunta: No cenário do acidente de Goiânia, várias pessoas foram contaminadas pelo pó radioativo de Césio-137. Como a radiação afeta o corpo humano e quais foram os principais sintomas observados nas vítimas desse acidente?

Resposta: A exposição à radiação ionizante emitida pelo Césio-137 afeta o corpo humano de várias maneiras. Os principais sintomas observados nas vítimas do acidente de Goiânia foram:

- **Queimaduras radioativas:** O pó radioativo em contato direto com a pele causava queimaduras graves e lesões locais.
- **Síndrome aguda da radiação (SAR):** Algumas vítimas expostas a doses mais altas de radiação desenvolveram SAR, que inclui sintomas como náuseas, vômitos, diarreia e fadiga nas primeiras horas ou dias após a exposição.
- **Danos aos órgãos internos:** A radiação gama penetra o corpo e pode danificar tecidos e células, levando a problemas no sistema imunológico e falhas de órgãos em exposições muito altas.
- **Câncer:** A exposição prolongada ou intensa à radiação pode aumentar o risco de desenvolver cânceres no futuro, especialmente de medula óssea e leucemia.

Contexto: Você está em um hospital próximo a uma usina nuclear que acaba de sofrer um grave acidente. Durante a explosão, um dos reatores entrou em colapso e começou a liberar radiação. O hospital está recebendo muitas vítimas, mas você precisa rapidamente identificar os sintomas daqueles expostos a altos níveis de radiação.

Pergunta: Quais são os três principais sintomas que você deve procurar nas primeiras horas após a exposição à radiação?

Resposta: Náuseas, vômitos e tonturas. Esses são os primeiros sinais comuns de exposição aguda à radiação.

NESTE PDF, VOCÊ ENCONTRARÁ
TODOS OS ARQUIVOS PRONTOS
PARA IMPRESSÃO.

- CARTAS PERGUNTAS
- CARTAS CONSEQUÊNCIAS
- ELEMENTOS EXTRAS
- CARTAS DESAFIO

CARTAS PERGUNTAS

TAMANHO PRÓPRIO PARA IMPRESSÃO

1 CASA DO CIENTISTA 1

Pergunta: Com base no conhecimento sobre meia-vida, vocês devem decidir se pegam a chave ou não, sabendo que o local pode estar abandonado há pelo menos 15 anos.



1 CASA DO CIENTISTA 1

Pergunta: Descreva o que são partículas beta e como é a sua capacidade de penetração?



2 CASA DO
CIENTISTA 2

Pergunta: Quanto tempo uma pessoa pode se expor antes de atingir 1 Sv?



2 CASA DO CIENTISTA 2

Pergunta: Qual é o nome do processo descrito pelo cientista e qual elemento geralmente é usado para iniciá-lo em uma usina nuclear?



4 CASA 1

Pergunta: Some o número atômico desse elemento com o de seu produto final (Final do decaimento), e você terá a combinação para a porta. Qual é a combinação correta para abrir a porta, sabendo que a senha tem 3 dígitos?"



13 FLORESTA VERMELHA

Pergunta: Por que a Floresta Vermelha recebeu esse nome? Qual foi o principal impacto da radiação em suas árvores e por que ela continua perigosa mesmo após décadas?



10 PARQUE

Pergunta: Sabendo que a dose máxima de radiação que vocês podem receber sem efeitos imediatos à saúde é de 100 mSv, por quanto tempo vocês podem ficar a 1 metro da estátua antes de ultrapassar esse limite?



9 LABORATÓRIO CPA

Pergunta: Por que o rádio era usado em relógios para fazê-los brilhar no escuro, e por que isso acabou sendo um problema de saúde para as pessoas que fabricavam esses relógios?



9 LABORATÓRIO CPA

Pergunta: Como os raios X funcionaram para ajudar médicos durante a Primeira Guerra Mundial, e quem foi a pessoa responsável por desenvolver unidades móveis de raios X para facilitar o atendimento próximo às linhas de frente?



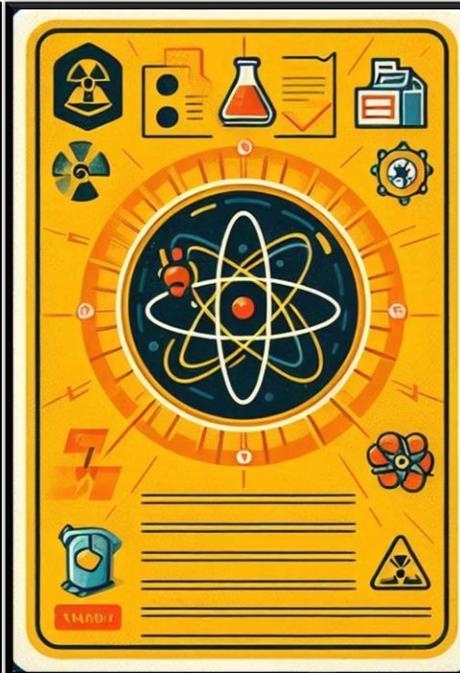
8 LABORATÓRIO

Pergunta: Sabendo que, para ficarem seguros, é necessário reduzir a radiação para 62,5 mSv/h, quantos centímetros de chumbo (ou seja, quantas placas) são necessários para alcançar essa redução?



8 LABORATÓRIO

Pergunta: Quantos anos serão necessários para que a atividade do Césio caia para 80 Bq?



7 LAGO

Pergunta: O cientista deixou, ao lado do lago, algumas anotações que podem revelar o problema causado na usina. No entanto, mesmo com roupas de proteção, o local é extremamente radioativo. Em determinadas áreas secas do lago, a radiação medida é de 5000 roentgens por hora, e sabemos que uma dose letal para um ser humano é cerca de 500 roentgens. Quanto tempo vocês poderiam permanecer ao lado do lago antes de atingir uma dose fatal de radiação?



12 GRUTA

Pergunta: Vocês têm três opções de corredores, cada um com tempos de travessia e níveis de radiação diferentes. Sabendo que a dose máxima de radiação que vocês podem receber é de 75 mSv, calculem qual corredor permite a travessia sem exceder esse limite. Qual corredor vocês escolheriam?



6 HOSPITAL

Pergunta: Se vocês permanecerem nesta sala por 15 minutos, o tempo necessário para encontrar o que procuram, qual será a dose total de radiação recebida? Vocês decidem permanecer no local ou sair?



6 HOSPITAL

Pergunta: Sabendo que esse medicamento pode ajudar na proteção em locais altamente contaminados, de qual substância se trata? Vocês decidiriam tomá-lo?



6 HOSPITAL

Pergunta: Identifique o terceiro elemento da cadeia de decaimento do Urânio-238. Com o nome desse elemento, vocês conseguirão destrancar o armário do cientista, que contém informações importantes sobre os procedimentos de descontaminação.



6 HOSPITAL

Pergunta: Por que é importante diferenciar entre contaminação e exposição à radiação ao tratar pacientes vindos da área da usina?



6 HOSPITAL

Pergunta: Para compreenderem melhor como a radiação pode afetá-los, continuem a descrição acima com as características da radiação beta e da radiação gama.



14 USINA

Pergunta: Se você está a uma distância de 5 metros de uma fonte radioativa que emite 50 Sv/h (Sieverts por hora), o quão seguro estará depois de 30 minutos de exposição para procurar algo? Qual deve ser a distância mínima para garantir que você não receba mais do que 1 Sv após esse tempo?



14 USINA

Pergunta: Um contador Geiger detecta 500 partículas por segundo em uma amostra. Se a atividade dessa amostra decai exponencialmente com uma meia-vida de 5 minutos, quantas partículas serão detectadas por segundo após 15 minutos?



14 USINA

Pergunta: Um contador Geiger detecta 500 partículas por segundo em uma amostra.

Se a atividade dessa amostra decai exponencialmente com uma meia-vida de 5 minutos, quantas partículas serão detectadas por segundo após 15 minutos?



14 USINA

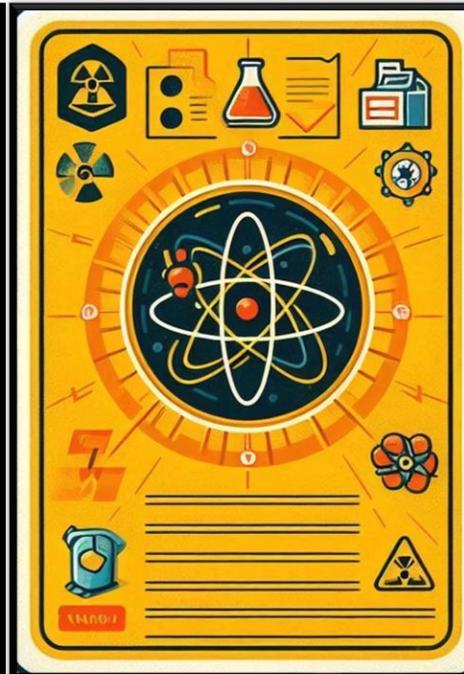
Pergunta: Qual é o código?



14 USINA

Pergunta: Um contador Geiger detecta 500 partículas por segundo em uma amostra.

Se a atividade dessa amostra decai exponencialmente com uma meia-vida de 5 minutos, quantas partículas serão detectadas por segundo após 15 minutos?



14 USINA

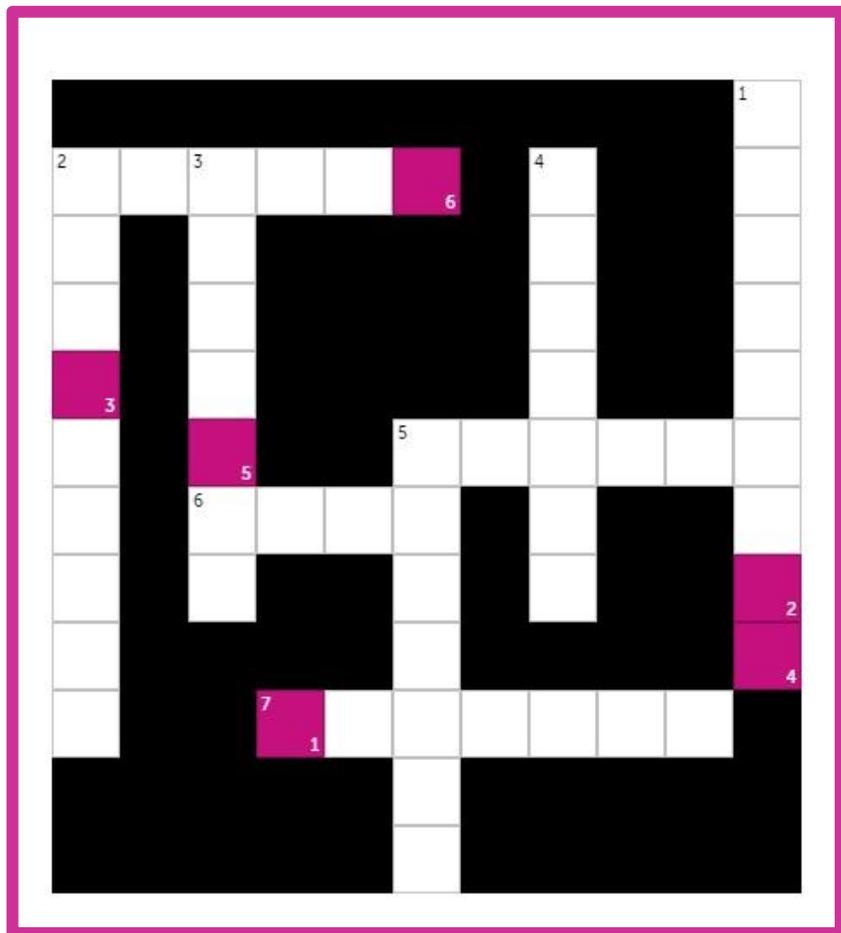
Pergunta: Usando a constante de desintegração de $0,1 \text{ dia}^{-1}$, quantos núcleos de Iodo-131 ainda restarão após 10 dias?
Obs: sabemos que $e^{-1} \approx 0,37$



Fases indiretas

CASA 2

(Trabalhador da Usina)



1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

horizontal

- 2 Doença causada pela exposição à radiação durante o acidente
- 5 Material no qual o Césio-137 estava encapsulado originalmente
- 6 Cor da substância radioativa que atraiu a atenção das vítimas
- 7 Cidade onde ocorreu o acidente radiológico no Brasil

vertical

- 1 Grupo profissional que encontrou e manipulou o equipamento radioativo.
- 2 Material radioativo envolvido no acidente de Goiânia
- 3 Um dos principais sintomas da exposição à radiação
- 4 Objeto de onde foi retirado o Césio-137
- 5 Local de onde o equipamento radioativo foi retirado indevidamente.

CASA - DIRETOR DE SEGURANÇA

Pergunta

1. Qual é a partícula subatômica que não tem carga elétrica e reside no núcleo do átomo?
2. Qual é o processo pelo qual um núcleo instável libera energia na forma de radiação?
3. Como se chama a força responsável por manter os núcleos atômicos unidos?

Qual a combinação do cadeado?

LABORATÓRIO (CENTRO DE PESQUISAS ANTIGAS CPA)

Perguntas:

1. A radiação foi descoberta acidentalmente por Henri Becquerel enquanto ele estudava sais de urânio.
2. Marie Curie foi a primeira pessoa a usar o termo "radioatividade" e recebeu dois prêmios Nobel por suas descobertas.
3. Os efeitos nocivos da radiação sobre o corpo humano foram imediatamente compreendidos após sua descoberta.
4. O uso de radiação em relógios e outros dispositivos que brilham no escuro era seguro e nunca causou problemas de saúde.
5. A bomba atômica lançada sobre Hiroshima usava Urânio-235 como material físsil.
6. Os raios X foram descobertos antes da radiação alfa e beta.
7. O elemento rádio foi o primeiro isótopo radioativo a ser utilizado na medicina para o tratamento de câncer.
8. Chernobyl foi o primeiro acidente nuclear grave da história.

LABORATÓRIO

Pergunta: Ao lado dessa porta, há uma matriz que, quando completada, dá acesso à porta trancada. Para finalizar a matriz, vocês precisam descobrir quantas partículas alfa o Césio-137 emite durante o seu decaimento. Repitam essa resposta na coluna faltante para completar a matriz e destravar o acesso à porta.

1	3	7
0	5	6

LABORATÓRIO

RADIUS

Neste local, vocês enfrentarão um desafio triplo: três perguntas em uma única rodada.

Como funciona?

- Vocês podem escolher duas das três perguntas para responder.
- Para conquistar o bônus e obter a recompensa completa, precisam acertar duas das três perguntas propostas.

Contexto: Vocês conseguem um documento em que os cientistas se reuniram para discutir os avanços no tratamento do câncer. Nessas anotações é visto que o chefe da equipe comentava sobre o impacto das tecnologias de radiação na medicina. Dentro dessas anotações é possível encontrar a seguinte frase "Sabemos que a radiação é uma ferramenta poderosa no tratamento de várias doenças.

Pergunta: Como exatamente a radiação é usada para ajudar a combater células cancerígenas em pacientes?"

Contexto: Em um outro documento, entre anotações e cálculos, um dos cientistas estudava sobre métodos para reduzir o desperdício e aumentar a segurança alimentar, esse cientista sugere que “Muitos não sabem, mas a radiação pode ajudar a preservar e tornar os alimentos mais seguros”.

Pergunta: Que método baseado em radiação usamos para prolongar a validade e eliminar microrganismos nos alimentos?"

Contexto: Em outro documento vocês encontram uma discussão sobre Soluções em Segurança, os cientistas discutem como a radiação pode ser útil para manter a segurança em locais públicos.

Pergunta: Sabe-se que a radiação pode ser utilizada em aeroportos para ajudar na segurança. Como ela pode ser utilizada para garantir a segurança dos passageiros?

USINA NUCLEAR

Pergunta:

1. Pista 1: O primeiro número corresponde ao número de decaimentos alfa que o urânio-238 precisa passar para se transformar em chumbo-206.
2. Pista 2: O segundo número é o número de decaimentos beta que o urânio-238 também passa até se transformar em chumbo-206.
3. Pista 3: O terceiro número é a quantidade de partículas alfa emitidas quando o polônio-210 decai completamente em chumbo-206.
4. Pista4: o quarto número é o número de decaimentos gama

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
F	G	O	G	E	L	I	A	U	A

Usar para fazer a correlação

USINA NUCLEAR

Pergunta: O número que vocês precisam está registrado em uma anotação deixada por um cientista que trabalhava na análise de uma amostra dentro da usina. Ele estudava um elemento radioativo com uma meia-vida de 8 dias. O cientista começou com 400 gramas da amostra e 24 dias se passaram.

Quantos gramas do elemento restaram? O número de gramas restantes é o código que corresponde ao elemento químico no quadro. Com base nisso, qual era o elemento que o cientista estava estudando?

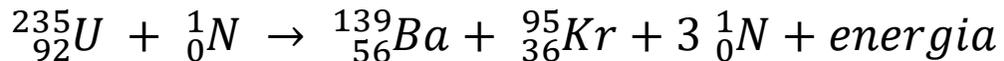
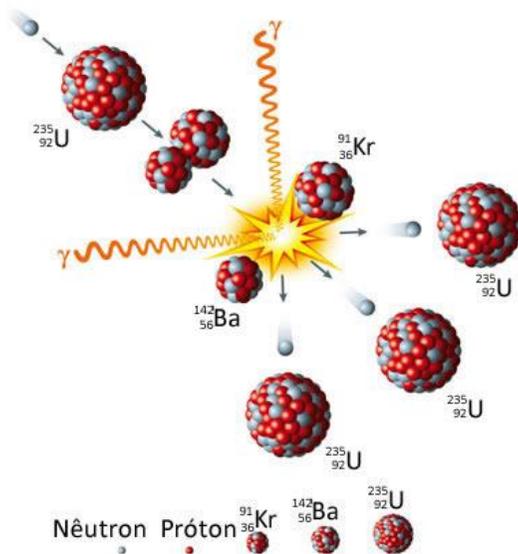
- Rádio 224
- Césio 137
- Urânio 235
- Cobalto 60
- Iodo 131

USINA NUCLEAR

Na fissão do **urânio-235** U^{235} o núcleo do átomo é bombardeado com um **nêutron** N^1 , que o faz se dividir em dois núcleos menores — neste caso, **bário-141** (Ba^{141}) e **cripton-92** (Kr^{92}) liberando **três novos nêutrons** e **grande quantidade de energia**.

Esses nêutrons liberados podem, por sua vez, colidir com outros átomos de urânio-235, desencadeando uma **reação em cadeia**. Se a reação não for controlada, ela pode liberar energia de forma muito rápida, o que pode causar uma explosão, como a que ocorreu na usina nuclear. Esse descontrole foi a causa do acidente, levando à liberação de material radioativo no ambiente.

Seguinte equação de reação de fissão nuclear:



Pergunta: No reator, os técnicos usavam barras de controle para moderar a reação. Sabendo que as barras de controle absorvem nêutrons, como elas evitam a aceleração da reação em cadeia?

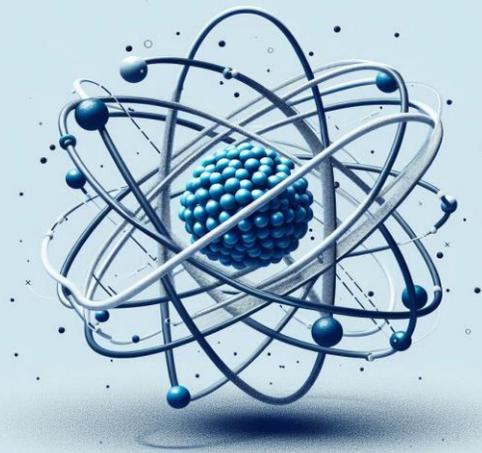
Cartas Consequências

Tamanho próprio para impressão



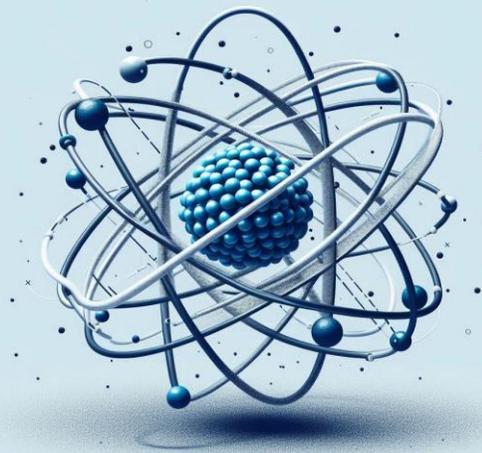
Acesso a locais especiais

*Com essa carta, vocês têm
acesso à Casa do Cientista 2*



Carta Curinga

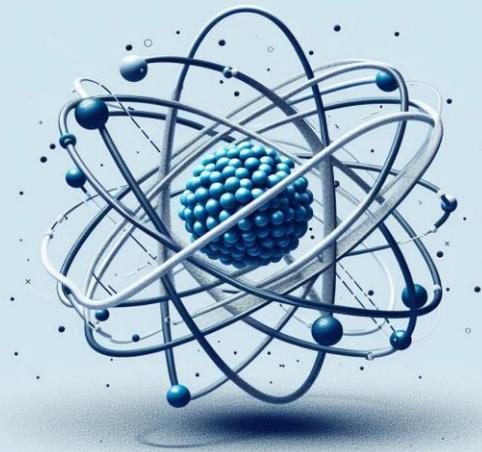
*Substitui qualquer item
necessário para acessar a
usina ou reduz até 5 horas do
tempo total do grupo.*





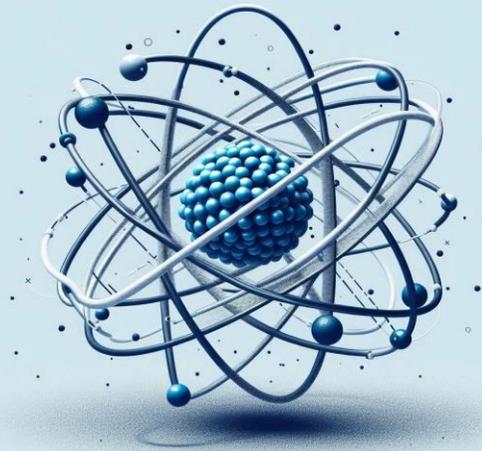
Carta Pesquisa aos Amigos

O grupo pode consultar um amigo, ou o grupo ao lado quando quiserem para sanar dúvidas. Pode ser usada uma única vez.



Isenção de Locais

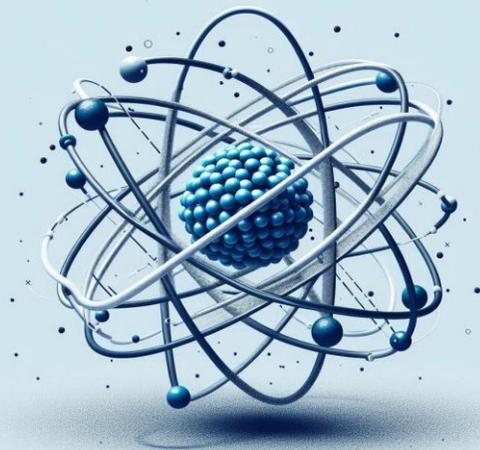
Essa dica informa para vocês não perderem tempo indo até a floresta vermelha pois lá não tem nada que poderá ajudar vocês a encontrarem a saída da ilha.





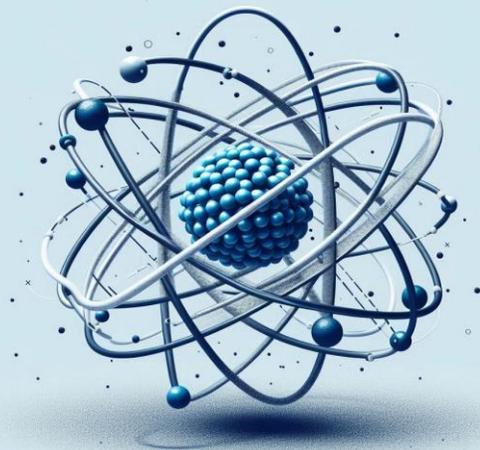
Carta Bônus de Horas

Com essa carta, vocês podem responder a uma pergunta sem acrescentar horas no jogo, garantindo maior controle sobre o tempo restante da jornada.



Carta de Pesquisa Libre

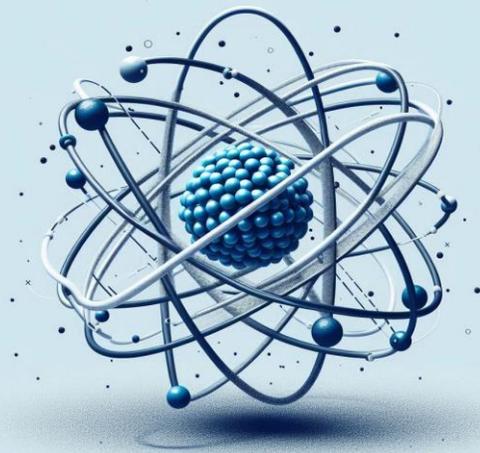
Permite realizar uma pesquisa ou consulta de até 3 minutos da forma que preferirem, podendo utilizá-la no momento que julgarem mais estratégico.





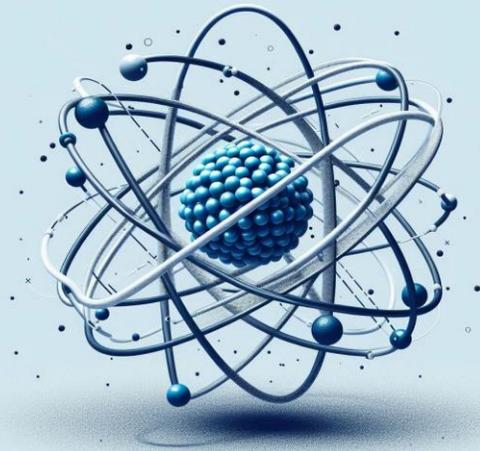
Dicas Estratégicas

Caso ainda não tenham visitado o Laboratório Radius, é recomendável que façam isso.



Carta Resposta

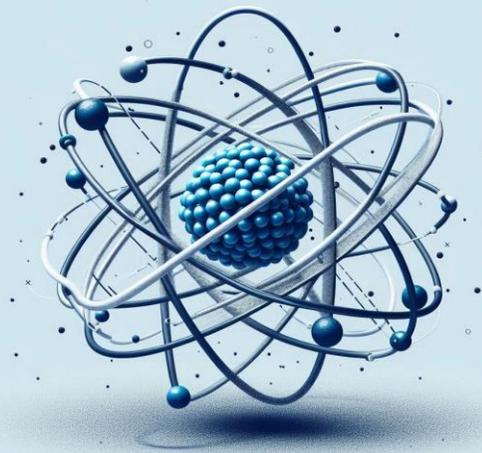
Permite que vocês obtenham a resposta correta diretamente do mestre, garantindo a consequência positiva do local, sem precisar responder à pergunta.





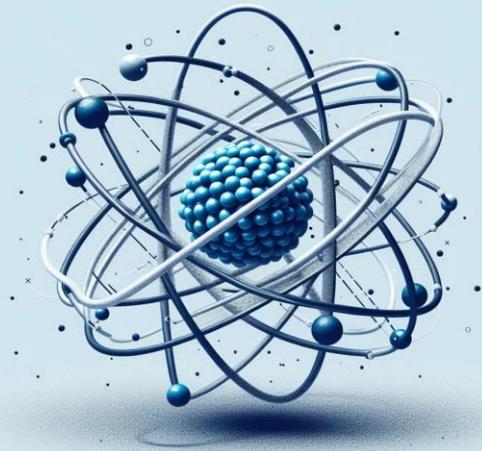
Carta bônus horas

Com essa carta, vocês podem responder a uma pergunta e mesmo errando vocês não perderão horas. Vocês podem usar 1x a qualquer momento no jogo.



Acesso a Locais Especiais

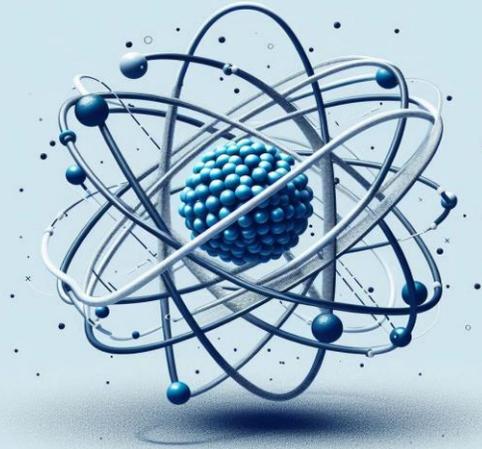
Ao entrarem na usina, terão acesso direto à consequência da Fase 6 sem a necessidade de responder à pergunta dessa etapa.





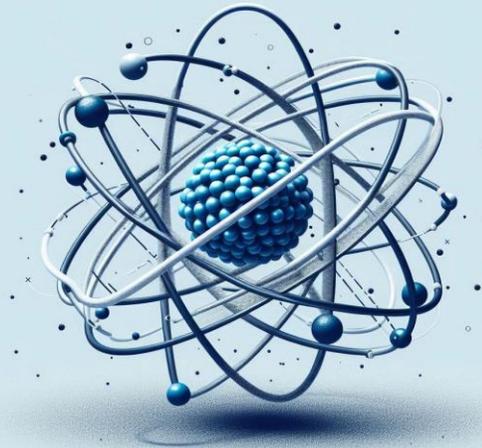
Carta de Pesquisa Livre

Autoriza o grupo a realizar uma pesquisa ou consulta por até 3 minutos da forma que preferirem, podendo ser usada em qualquer momento estratégico.



Carta Curinga

Substitui qualquer item necessário para acessar a usina ou reduz até 5 horas do tempo total do grupo.

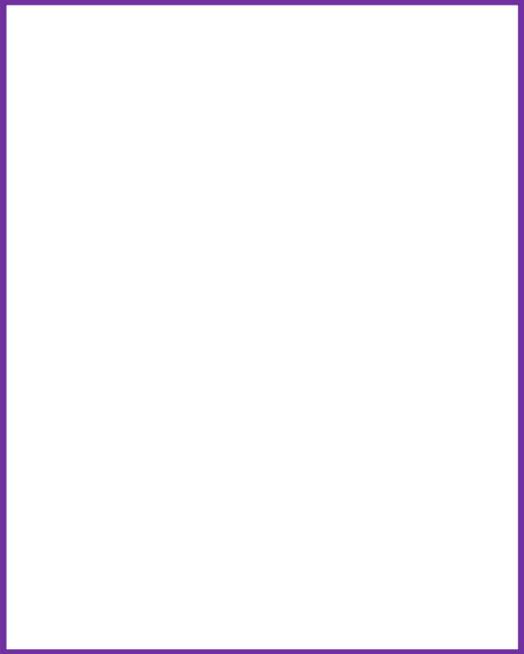


Elementos extras

Requisitos de Entrada - Usina



Carta- cientista



Contador Geiger
-Müller

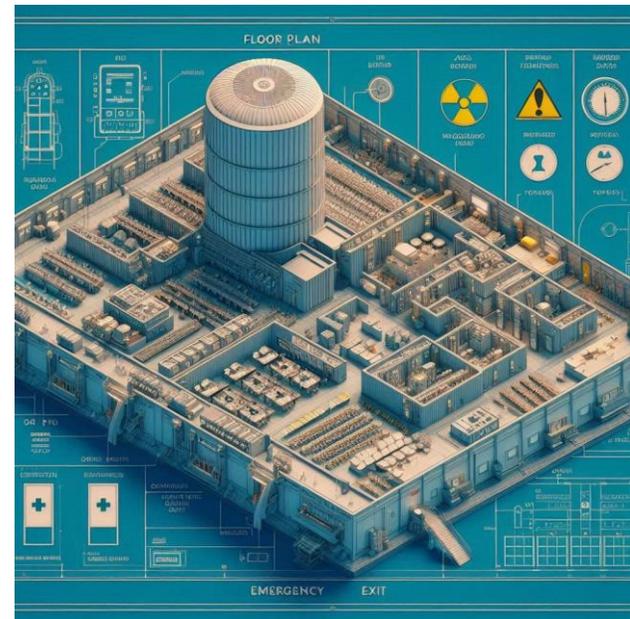
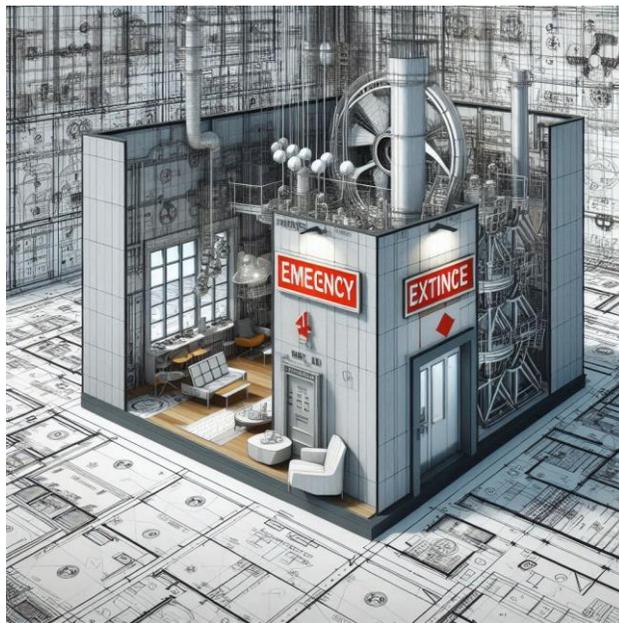


Roupas especiais

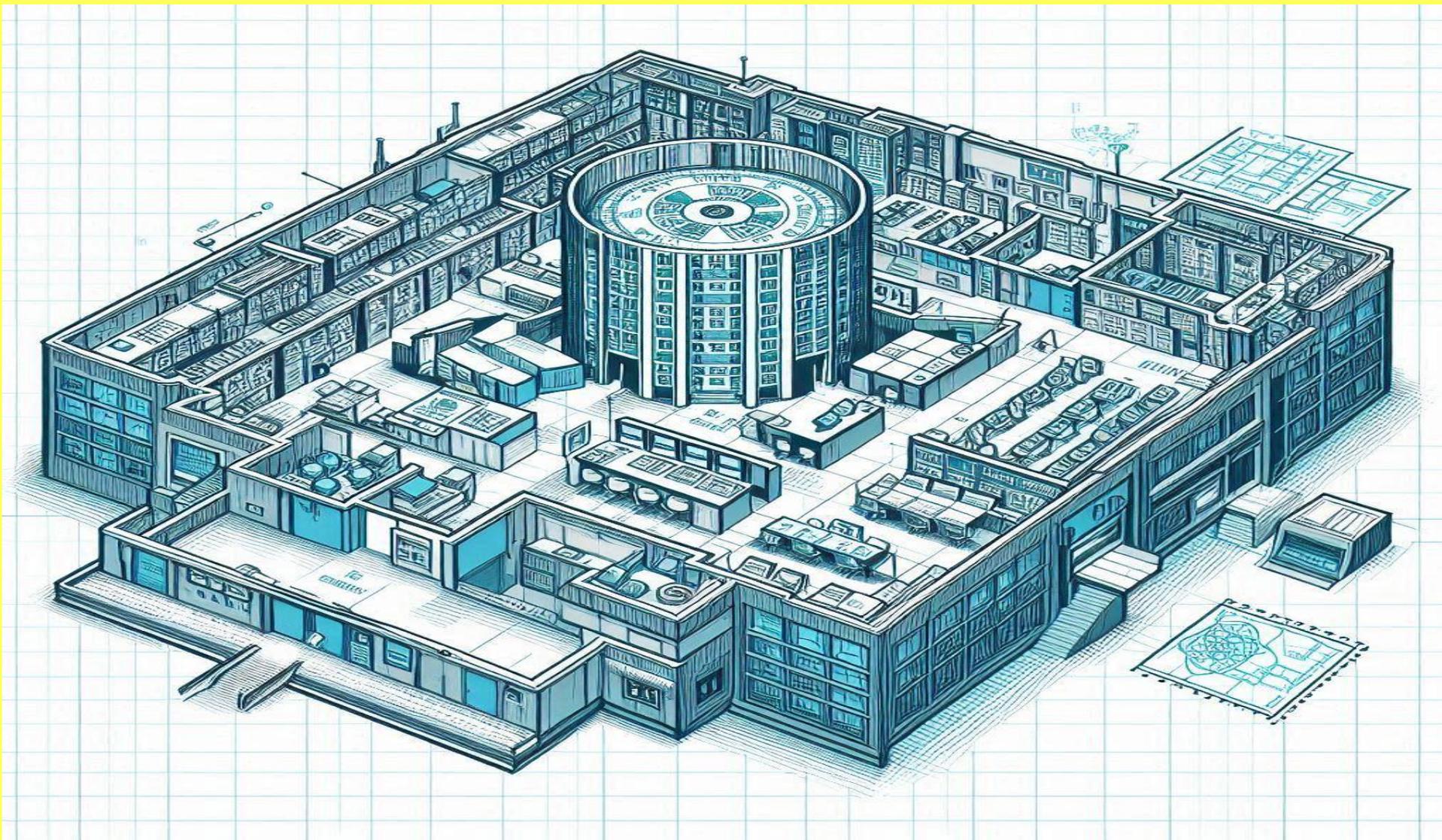


Senha

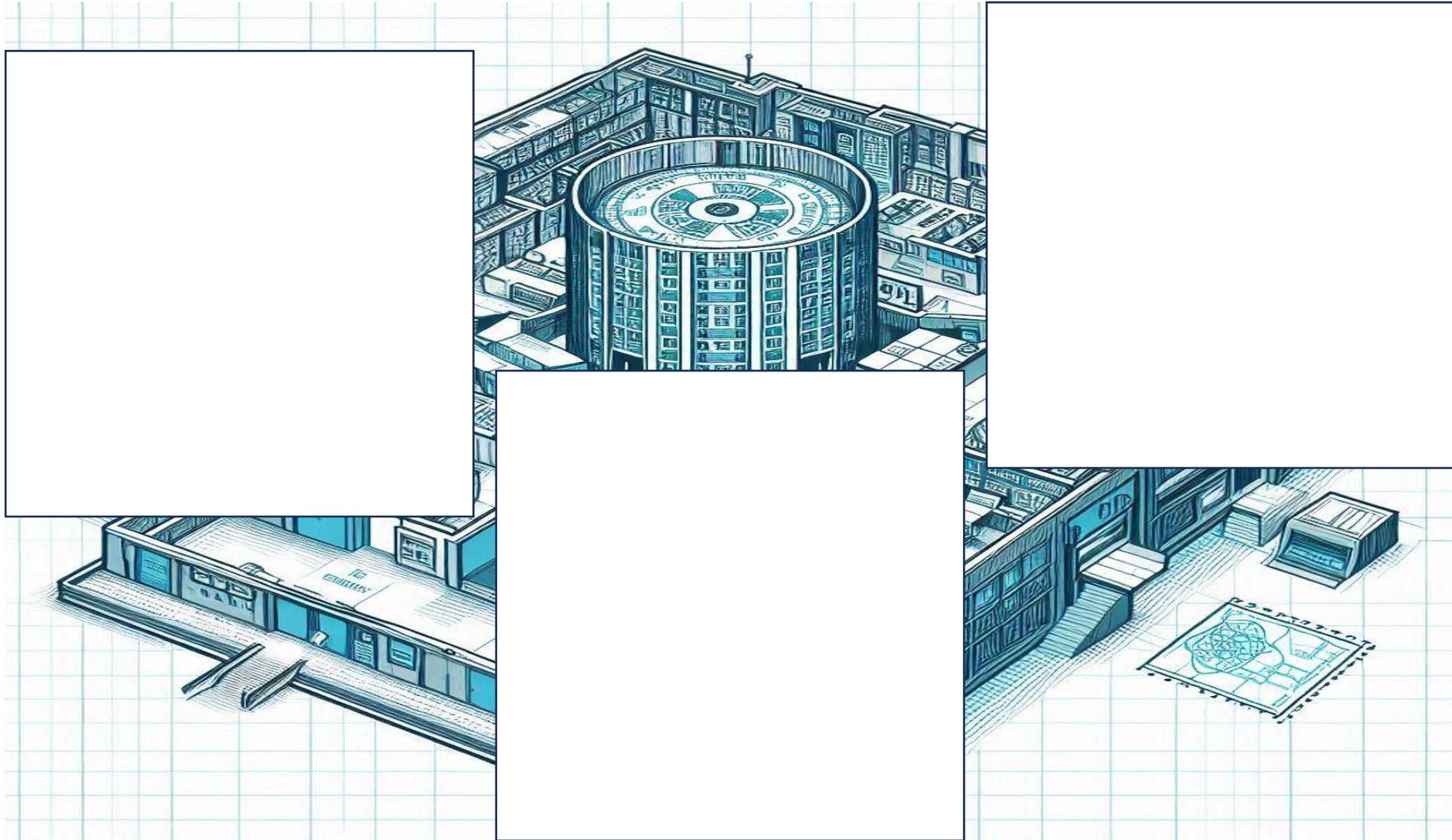
Mapa de saída-emergência Frente

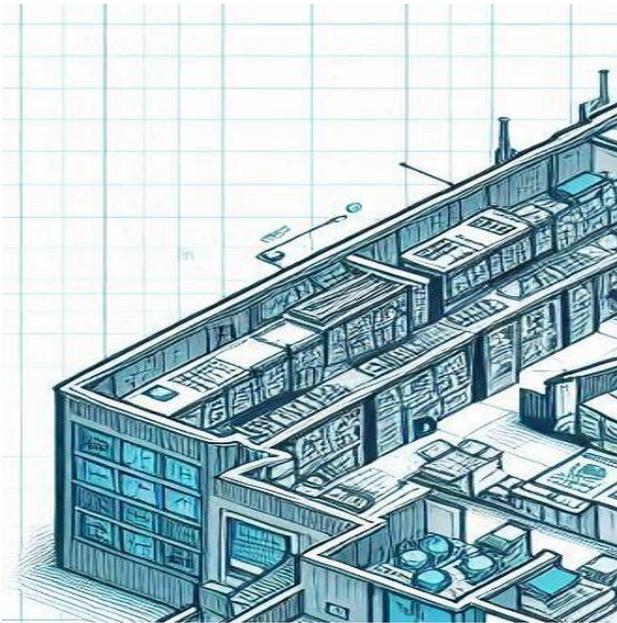


Mapa de saída- emergência- verso

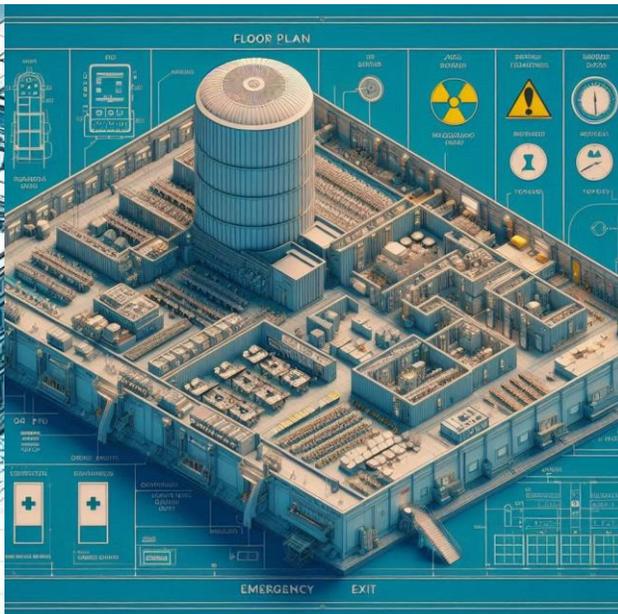
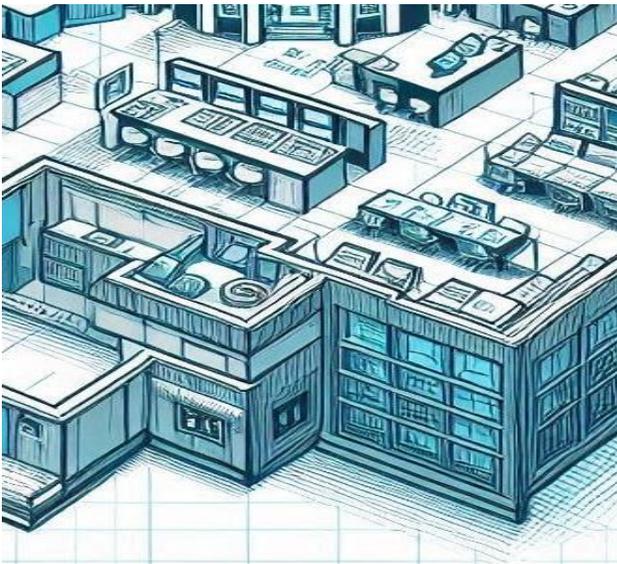


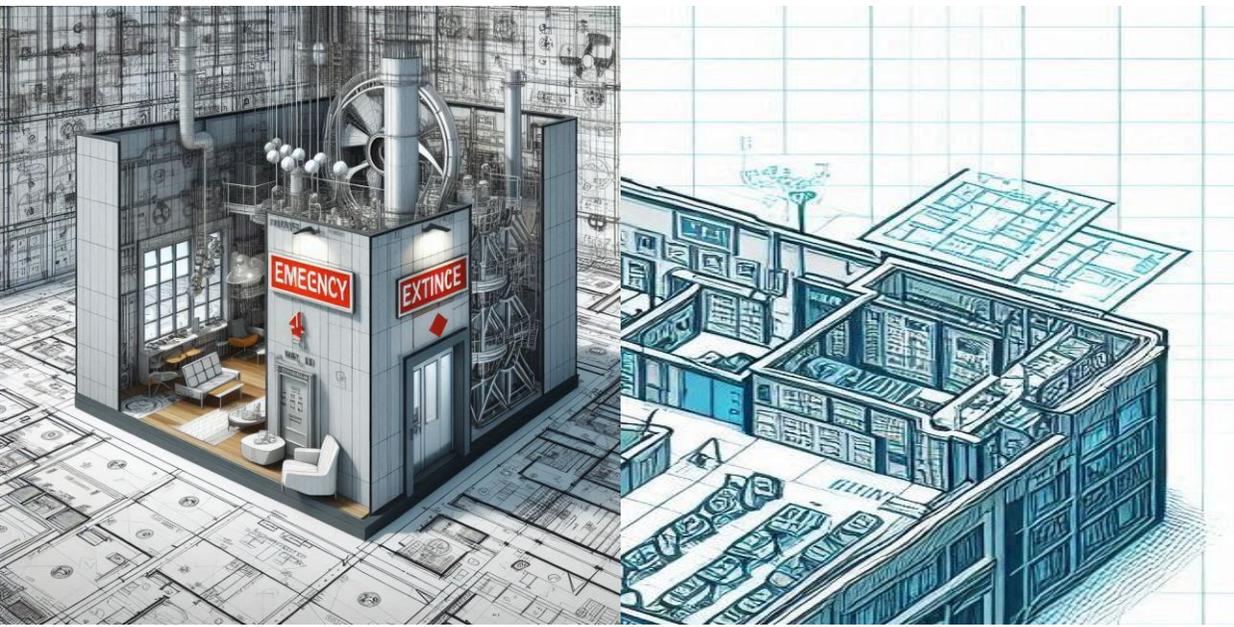
Mapa de saída-emergência





Tamanho para impressão





Tamanho para impressão

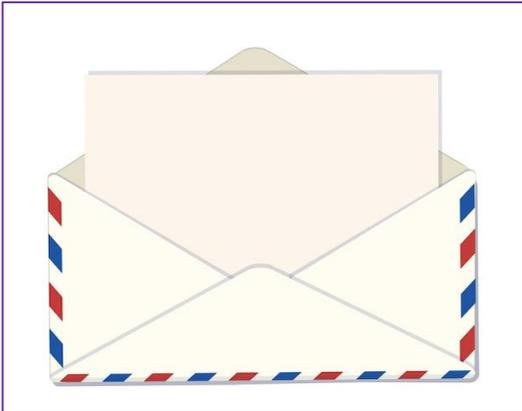
IMPRIMIR

CONSEQUÊNCIAS

CASA - DIRETOR DE SEGURANÇA

“Qual é a principal vulnerabilidade mencionada pela Dra em relação ao sistema de segurança da usina nuclear e qual solução ela sugere?”

A principal vulnerabilidade mencionada pelo cientista é a falha do sistema de resfriamento do núcleo, que pode levar ao aumento rápido da temperatura e risco de derretimento. Ela sugere a implementação de um sistema de redundância para os geradores de emergência e um plano de evacuação para as áreas circunvizinhas. No contexto de usinas nucleares, um sistema de redundância para os geradores de emergência significa ter múltiplas fontes de energia reserva. Isso é essencial porque, se o sistema de resfriamento falhar e não houver energia alternativa para mantê-lo funcionando, a temperatura do núcleo do reator pode aumentar rapidamente, levando ao risco de um derretimento nuclear. Por exemplo, uma usina pode ter geradores a diesel e baterias de backup para garantir que o resfriamento do reator continue funcionando mesmo em caso de falha na rede elétrica principal. Isso é uma prática comum em engenharia de segurança, não só em usinas nucleares, mas também em aviões, hospitais, servidores de internet e sistemas industriais onde qualquer falha pode ter consequências graves. Tal falha pode ter sido a responsável pelo acidente nuclear, lembrando que usinas costumam ser seguras. “





PERGUNTA DESAFIO

Pergunta: Qual é a principal diferença entre fusão e fissão nuclear, e por que a fusão é considerada uma fonte de energia mais limpa?

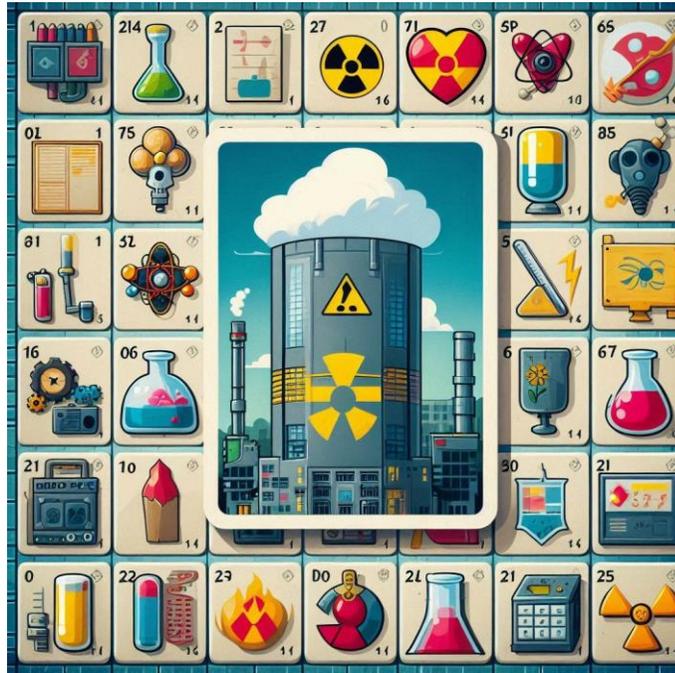
CASA CIENTISTA 2



PERGUNTA DESAFIO

Pergunta: Com base nisso, qual é a idade estimada do pedaço de madeira?

LABORATÓRIO



PERGUNTA DESAFIO

Pergunta: Considerando que a radiação de césio-137 diminui pela metade a cada 30 anos, qual será a dose acumulada ao final dos 10 anos?

HOSPITAL



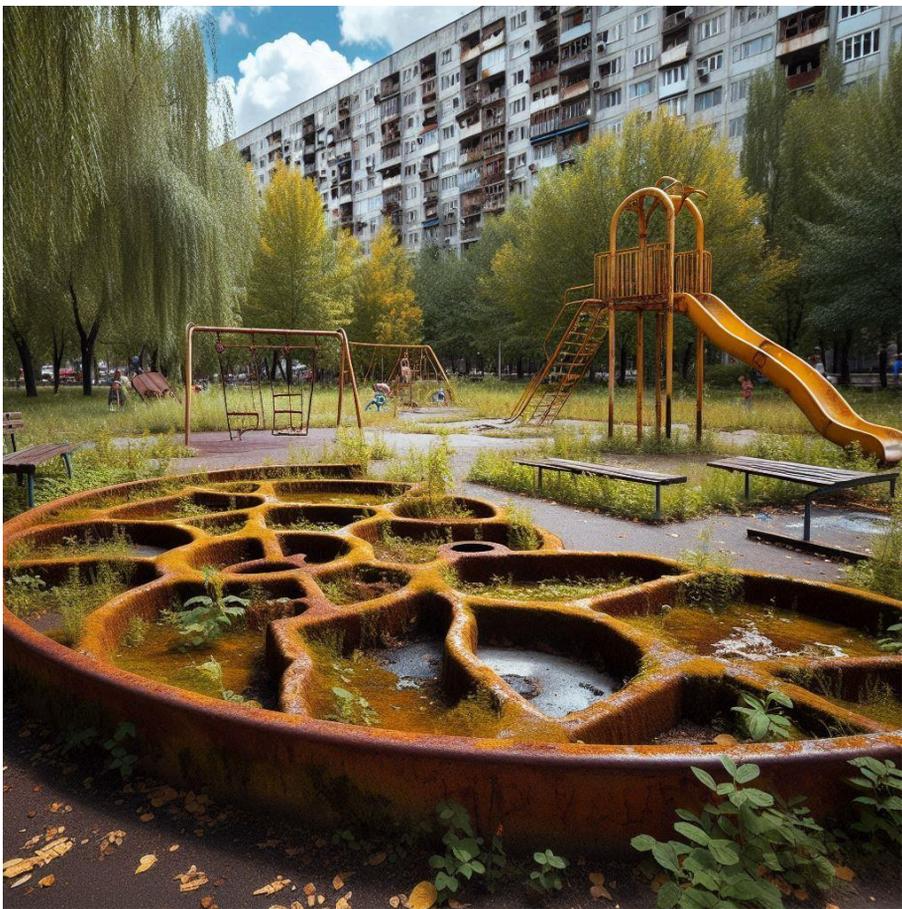
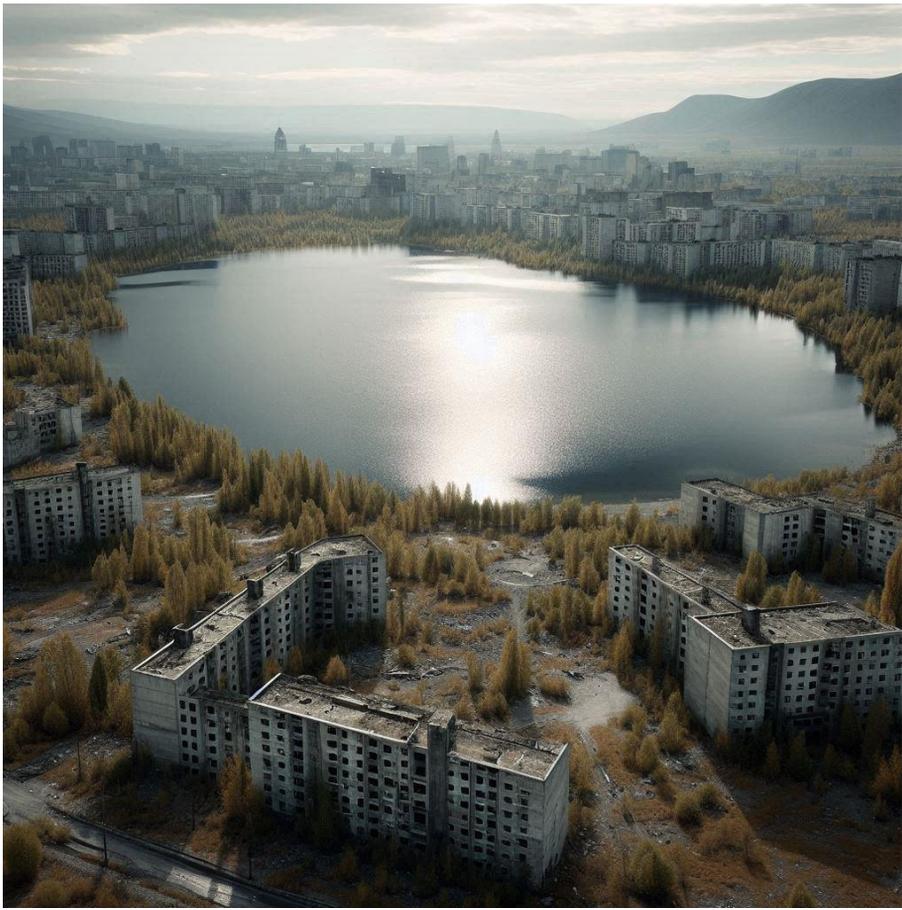














Casa cientista 1

Laboratório CPA

Casa cientista 2

Parque

Casa Diretor

Laboratório Radius

Casa 1

Gruta

Casa 2

Floresta Vermelha

Hospital

Usina

Lago

Laboratório