



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

DANIEL SOARES SOUSA

PRODUTO EDUCACIONAL

DANIEL SOARES SOUSA

FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO FERRAMENTAS
METODOLÓGICAS NAS AULAS DE FÍSICA

CAMPINA GRANDE

2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S725f Sousa, Daniel Soares.
Filmes de ficção científica como ferramentas metodológicas nas aulas de física [manuscrito] / Daniel Soares Sousa. - 2024.
36 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Marcos Antônio Barros Santos, Departamento de Física - CCT. "

1. Ensino de Física. 2. Ficção Científica. 3. Ferramentas Metodológicas. 4. Filmes Científicos. 5. Produto Educacional. I. Título

21. ed. CDD 530.7

RESUMO

Este material foi produto do trabalho de dissertação “Filmes de Ficção Científica e Ensino de Física: Potencialidades e Limitações”. Tem como intuito auxiliar professores a desenvolver aulas utilizando filmes de ficção científica como recurso didático

SÚMARIO

PRA VOCÊ, PROFESSOR!	3
ALGUMAS DICAS!	4
EXEMPLOS DE FILMES E SEUS CONCEITOS	4
SUGESTÕES DE COMO TRABALHAR TRECHOS DE FILMES	24
SUGESTÕES DE CRONOGRAMAS.....	27
TRECHO E CADA FILME COM INDICAÇÃO DO CONTEÚDO A SER ABORDADO	29
SUGESTÃO DE QUESTÕES	30

PARA VOCÊ, PROFESSOR!

O produto educacional em questão apresenta um modelo de como utilizar trechos de cenas de filmes de ficção científica em aulas de Física, para trabalhar conceitos relacionados às cenas.

Apresentará também sugestões e exemplos práticos de como montar um planejamento para a utilização deste método.

O intuito é fornecer ao professor uma ferramenta opcional para tornar as aulas mais interativas. Esta estratégia metodológica pode ser utilizada a qualquer momento, desde que bem assimilada pelo professor.

Este material servirá como norte, indicando a forma como o professor poderá proceder.

ALGUMAS DICAS!

- ✚ **Antes de aplicar, entenda a turma a que pretende destinar esta estratégia**

Turmas muito dispersas, com dificuldade de concentração não são indicadas.

- ✚ **Escolha bem o local onde será exibido o filme**

Se a escola fornecer um espaço adequado, ótimo!

Se não, procure tornar a sala de aula um lugar propício, fechando cortinas ou diminuindo a claridade com anteparos nas janelas.

- ✚ **Filmes mais atuais**

Procure sempre filmes o mais atuais possível.

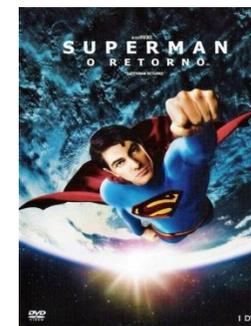
Lançamentos são sempre mais indicados por estarem “frescos” nas memórias dos alunos.

Exemplos de Filmes e seus conceitos

Abaixo são apresentados alguns exemplos de filmes que apresentam cenas com potencial de serem utilizadas durante as aulas para ajudar a exemplificar e explicar conceitos da Física.

ENERGIA NUCLEAR

Dimensionando a energia nuclear em “Superman - O retorno” (2006)



O Superman volta à Terra depois de cinco anos passados no planeta Krypton, precisando reconquistar o amor de Lois Lane, e descobre que o novo plano de Lex Luthor pode ameaçar a vida de bilhões de pessoas. Lex, então, viaja à Fortaleza da Solidão, no Ártico, e rouba os cristais kryptonianos que lá se encontravam. De volta a Metrópolis, um experimento com um pequeno fragmento do cristal demonstra a periculosidade do material, que cresce até tornar-se imenso, após entrar em contato com a água.

*No filme **Superman – O retorno (2006)**, uma sequência de duas cenas (nos intervalos dos minutos 00:28:15 – 00:29:30 e 00:31:10 – 00:32:30) mostra a utilização de uma fonte de energia que ilustra, de forma metafórica, como a energia nuclear é poderosa.*

Um dos vilões demonstra a quantidade de energia que pode ser gerada a partir de uma pequena quantidade de material. Tal cena pode ser apresentada como ilustração da discrepância entre a produção de energia por meio nuclear e outras formas de geração de energia. Nesta mesma cena, no

entanto, fica claro também o risco que é manipular tal energia. A perda de controle, acidentes ou falhas podem gerar grandes riscos ou serem até fatais tanto para quem trabalha diretamente com esta energia como para a população próxima de usinas de energia nuclear.

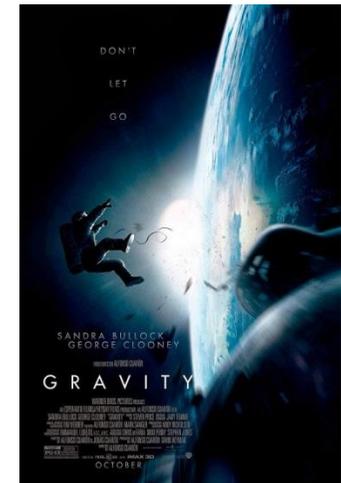
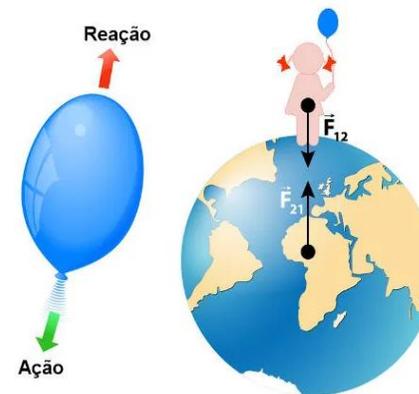
O que fica claro pela cena é: basta pouca quantidade de material nuclear para produzir uma grande quantidade de energia comparando com outros combustíveis. O potencial energético do urânio ultrapassa as possibilidades do petróleo e de outros materiais fósseis. Aproximadamente meio quilo de urânio é capaz de fornecer tanta energia quanto 1.360 toneladas de carvão.

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens da energia nuclear

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Fonte de energia limpa (não produz gases do efeito estufa)	Não é uma fonte renovável
Pode ser produzida de forma ininterrupta (não está sujeita a intempéries climáticas)	Geração de lixo nuclear
Tem um ótimo custo-benefício	Aumento de riscos de contaminação por radiação
Pouco material gera muita energia	Riscos de acidentes nucleares

Fonte: <[### GRAVIDADE E TERCEIRA LEI DE NEWTON](https://origoenergia.com.br/blog/energia/energia-nuclear-vantagens-e-desvantagens/#:~:text=Entre%20as%20vantagens%20da%20energia,termos%20de%20uso%20de%20recursos.>></p></div><div data-bbox=)

A gravidade e o princípio da ação e reação no espaço em “Gravidade” (2013).



Matt Kowalski (George Clooney) é um astronauta experiente que está em missão de conserto do telescópio Hubble juntamente com a doutora Ryan Stone (Sandra Bullock). Ambos são surpreendidos por uma chuva de destroços decorrente da destruição de um satélite por um

míssil russo, que faz com que os astronautas sejam jogados no espaço sideral. Sem qualquer apoio da base terrestre da NASA, eles precisam encontrar um meio de sobreviver em meio a um ambiente completamente inóspito para a vida humana.

*No filme **Gravidade (2013)**, astronautas experimentam os efeitos da pouca influência gravitacional. Em uma cena (no intervalo dos minutos 00:02:00 – 00:04:00), o astronauta Matt utiliza um jet pack, espécie de mochila de propulsão que usa o princípio da ação e reação em seu funcionamento, para passear em torno do ônibus espacial. O princípio da ação e reação pode ser explicado e exemplificado utilizando esta cena.*

A terceira lei de Newton, conhecida como lei da ação e reação, afirma que para todas as forças de ação surgem forças de reação com intensidades iguais, mas sentidos opostos.

Percebemos, então, que todas as forças do sistema se formam e cancelam-se aos pares, ou seja, quando um corpo A exerce força sobre um corpo B, o corpo B apresenta

uma resistência à aplicação dessa força por meio da reação, que atua sobre o corpo A. As forças de ação e reação possuem intensidades iguais, sentidos opostos e atuam em corpos diferentes.

Essas forças produzem acelerações nos corpos A e B; no entanto, podemos considerar os corpos A e B como um único sistema de corpos. Veremos, então, que as forças de ação e reação se cancelam. É por esse motivo que dizemos que as forças de ação e reação são internas ao sistema.

Quando expressarmos matematicamente a terceira lei de Newton, dizemos que a força que um corpo A exerce sobre um corpo B ($F_{A,B}$) é igual em intensidade à força que o corpo B exerce sobre o corpo A ($F_{B,A}$); no entanto, como as duas forças atuam na mesma direção, mas em sentidos opostos, os seus sinais são opostos:

$$\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$$

Já em outro momento (no intervalo dos minutos 00:13:00 – 00:19:00), uma cena de flutuação no espaço ilustra os princípios da ação da gravidade nos corpos.

Um questionamento interessante a respeito desta cena é se no espaço astronautas e objetos possuem peso.

O peso é uma grandeza que pode ser definida como a atração entre o planeta e qualquer objeto depositado sobre ele. Pela segunda lei de Newton, definimos matematicamente o produto da massa pela aceleração da gravidade.

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

No espaço e dentro dos veículos espaciais, os objetos ainda apresentam peso. A força peso desses objetos será determinada pelo produto de suas massas pelo valor da aceleração da força da gravidade no ponto onde eles estiverem.

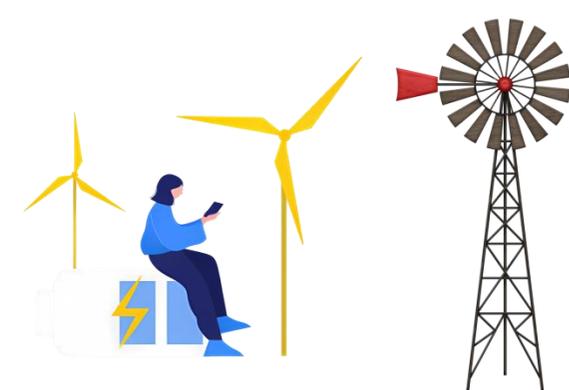
O termo “gravidade zero” não significa a falta da ação da gravidade. Quando astronautas estão flutuando como se a força da gravidade não existisse, eles ainda estão sob a ação da atração gravitacional da Terra.

A velocidade de rotação de objetos como ônibus espaciais ou da estação espacial ISS (International Space Station) ao redor da Terra faz com que os astronautas sintam a sensação permanente de queda livre. Por esse motivo, os

objetos e os astronautas parecem flutuar. O nome dado a esse estado de aparente falta de gravidade é a “imponderabilidade”.

CADEIA DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA

A transformação de energia em “O menino que descobriu o vento” (2019)



O drama conta como os moradores de Malawi, um país sem saída para o mar, situado no sudeste da África, passam por um período intenso de chuva, o que os impossibilita de

trabalhar na colheita, sua única fonte de alimentação e renda. Quando as tempestades acabam, a seca toma conta do local e piora a situação, levando pessoas a morrer de fome e sem a ajuda do governo. Além de todos os problemas políticos, a fome leva as famílias à ruína.

Sempre esforçando-se para adquirir conhecimentos diversificados, o jovem William Kamkwamba (Maxweel Simba) de Malawi se cansa de assistir a todos os colegas de seu vilarejo passando por dificuldades e começa a desenvolver uma inovadora turbina de vento. Inspirado por um livro de Ciências, o garoto constrói uma turbina eólica para salvar seu vilarejo da fome. Baseado em uma história real.

*No filme **O menino que descobriu o vento (2019)**, um jovem busca gerar energia elétrica para sua comunidade. Ele usa seu conhecimento de Física para desenvolver um gerador que transforme energia eólica em energia elétrica. Em uma cena do filme (no intervalo dos minutos 01:37:00 – 01:41:00), com a construção do gerador eólico, os conceitos de geração de energia elétrica e transformações de energia podem ser*

potencialmente trabalhados.

Primeiramente, precisamos entender que o processo de transformação de energia é contínuo na natureza. A todo momento, a energia transita de uma forma para outra sem ser criada ou destruída, apenas transformada.

No que diz respeito à energia eólica, tomaremos como princípio da cadeia de transformações de energia o vento, elemento “inicial” do processo de geração de energia eólica. Como o vento é formado?

A princípio, a radiação solar incide na superfície da Terra; porém, não incide igualmente em toda a superfície. Há zonas que se aquecem mais do que outras. Nessas zonas, o ar menos denso tende a subir, gerando áreas de baixas pressões. Nas mais frias, o ar mais denso desce, criando áreas de altas pressões. A diferença de pressões causada pela variação térmica faz com que o ar se mova produzindo o vento, um elemento poderoso que pode ser utilizado para gerar energia eólica.

A partir da força do vento, por meio de um aerogerador, transforma-se a energia cinética das correntes de ar em

energia elétrica. As transformações acontecem desde o processo de extração que é realizado principalmente graças ao rotor, que transforma a energia cinética em energia mecânica, e ao gerador, que transforma a dita energia mecânica em elétrica. Os aerogeradores são orientados na direção do vento. A partir daí, a força das correntes de ar fará funcionar as três principais partes do aerogerador:

- **O rotor:** composto por três pás e o cubo que as une. Sua função é captar a força do vento e convertê-la em energia mecânica de rotação.
- **A caixa multiplicadora:** unida ao motor por um eixo, sua função é elevar a velocidade de giro de 30 rotações por minuto (rpm) a 1500 rpm.
- **O gerador:** este elemento é o responsável por converter a energia mecânica de rotação em energia elétrica

Figura 1 - Principais componentes do aerogerador



Fonte: <<https://pt.linkedin.com/pulse/conhe%C3%A7a-os-componentes-de-um-aerogerador-max-marduque>>.

Os aerogeradores de um parque eólico estão unidos entre si por cabos subterrâneos que levam a energia elétrica até uma subestação de transformação. A energia, agora elétrica, é transportada para as residências, fábricas ou escolas.

Quadro 2 – Transformações no processo eólico

Variação térmica → Vento → energia cinética → energia mecânica → energia elétrica

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

ANTIMATÉRIA COMO FONTE DE ENERGIA

Antimatéria, a fonte de energia do futuro em “Anjos e demônios” (2009)



Depois de um bizarro homicídio no CERN, na Suíça, Robert Langdon (Tom Hanks) é chamado para investigar um desaparecimento meticulosamente planejado de uma substância perigosa conhecida como antimatéria. Além disso, um emblema Illuminati queimado sobre o cientista morto reaviva a hipótese de essa sociedade secreta ainda

existir, lançando Langdon numa procura das respostas das questões levantadas pelos recentes acontecimentos.

No filme **Anjos e demônios (2013)**, a fonte de energia em questão é a antimatéria. Uma cena (no intervalo dos minutos 00:04:00 – 00:07:42) mostra o que é antimatéria, como funciona, além de uma demonstração de como pode ser obtida com o acelerador de partículas LHC (Large Hadron Collider). As dificuldades de sua obtenção e armazenamento mostram o quão poderosa essa fonte de energia é.

A história da antimatéria tem início em 1928. Um físico britânico chamado Paul Andrien M. Dirac revisou a equação proposta por Einstein da equivalência entre massa e energia e propôs que as partículas podem ter valores negativos de energia.

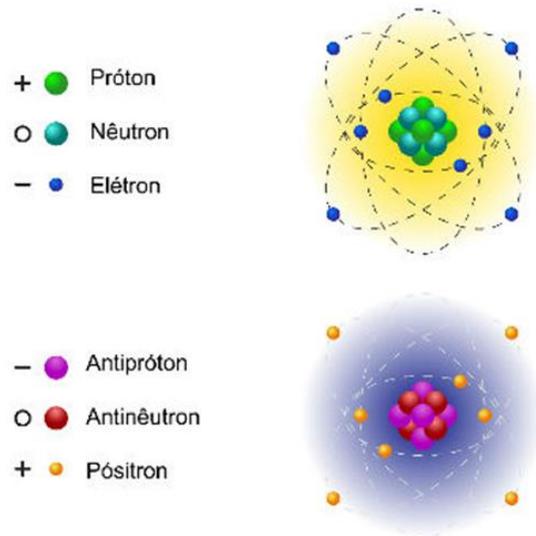
A história da antimatéria tem início em 1928, um físico britânico chamado Paul Andrien M. Dirac revisou a equação proposta por Einstein da equivalência entre massa e energia e propôs que as partículas podem ter valores negativos de energia.

Em 1932, Carl Anderson detectou a presença de elétrons positivos durante um experimento com raios cósmicos, ou seja, o antielétron. O antielétron detectado foi chamado de pósitron. Ele possui as mesmas características físicas do elétron; porém, apresenta carga elétrica de sinal positivo.

Em 1955, por meio de um acelerador de partículas, cientistas detectaram o antipróton. Desde então, os estudos relacionados com antimatéria vêm revelando antipartículas de nêutrons, quarks, léptons etc.

Fisicamente, a antimatéria é o inverso da matéria. As partículas elementares que conhecemos possuem uma partícula oposta com exatamente as mesmas características, exceto a carga elétrica, que é inversa.

Figura 2 – Partículas de antimatéria



Fonte: <<https://museuweg.net/blog/antimateria-historia-e-curiosidades/>>.

A antimatéria que conhecemos é produzida em aceleradores de partículas como LHC. Os átomos são acelerados a altíssimas velocidades e dentro dos tubos dos aceleradores de partículas, as colisões causadas dos átomos uns com os outros produzem as antipartículas. As antipartículas resultam dessas colisões e são separadas pela ação de campos magnéticos. A cada 10.000 colisões de prótons, um antipróton é gerado. Isto torna a produção de

antimatéria cara na relação custo-benefício.

Figura 3 - LHC (Large Hadron Collider)



Fonte: <<https://museuweg.net/blog/antimateria-historia-e-curiosidades/>>.

Por esses números, vemos a dificuldade de produzir e analisar a antimatéria, uma vez que, no encontro da matéria com a antimatéria, sempre ocorre aniquilação, ou seja, uma destrói a outra, gerando uma grande quantidade de energia.

Estudos ainda iniciais analisam a possibilidade de utilizarmos a antimatéria como fonte de energia. Só para se ter uma ideia, 10 quilos de antimatéria podem gerar a energia correspondente a seis anos de pleno funcionamento da Usina

de Itaipu. A aniquilação de um grama de antimatéria com um grama de matéria resultaria na liberação de 50 GWh de energia. Essa quantidade de energia seria suficiente para manter uma lâmpada de 100 W acesa por mais de 57 mil anos.

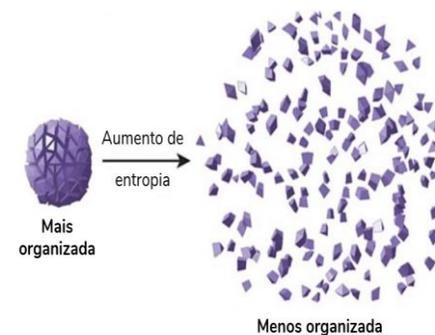
O processo de aniquilação é o único que converte 100% da massa de uma partícula em energia, lembrando da famosa equação de Einstein:

$$E=mc^2$$

A aplicação mais visada seria para a exploração espacial, já que um dos principais problemas no lançamento de foguetes ao espaço é o combustível necessário para sair da atmosfera da Terra. A melhoria da eficiência na produção de antimatéria, o barateamento do processo e o desenvolvimento de novas tecnologias de armazenamento serão os desafios dos cientistas para tornar a antimatéria uma fonte de energia viável.

ENTROPIA

Trabalhando o conceito de entropia em “Tenet” (2020)



Um agente da CIA conhecido como O Protagonista (John David Washington) é recrutado por uma organização misteriosa, chamada Tenet, para participar de uma missão de escala global. Eles precisam impedir que Andrei Sator (Kenneth Branagh), um renegado oligarca russo com meios

de se comunicar com o futuro, inicie a Terceira Guerra Mundial. A organização está em posse de uma arma de fogo que consegue fazer o tempo correr ao contrário, acreditando que o objeto veio do futuro. Com essa habilidade em mãos, O Protagonista precisará usá-la como forma de se opor à ameaça que está por vir, impedindo que os planos de Sator se concretizem.

*No filme **Tenet (2020)**, as leis da Termodinâmica podem ser abordadas. Em uma cena (no intervalo dos minutos 02:04:00 – 02:06:00), acontecem explosões “reversas”. No universo do filme, o conceito de entropia é subvertido. Os acontecimentos e fenômenos físicos ocorrem no sentido contrário de tempo. O conceito de entropia pode ser apresentado e discutido a partir destes momentos em que os fenômenos regridem no tempo.*

A entropia é um conceito da Termodinâmica que pode ser aplicado às mais diversas áreas do conhecimento. Basicamente, dizemos que ela se refere ao grau de desorganização e número de variáveis possíveis em um determinado sistema. Na Física, entropia é uma grandeza que

mede o grau de liberdade molecular de um sistema, associado ao número de configurações possíveis com as partículas que ele possui. Além disso, a entropia ocorre espontaneamente e de forma irreversível. Exemplos como “desmastigar” uma fruta, “desquebar” um vaso, “desesplodir” uma bomba são sempre usados para ilustrar como a entropia ocorre sempre no mesmo sentido temporal.

A entropia apresenta dois estados no que diz respeito ao grau de desordem de seus sistemas: a entropia positiva e a entropia negativa. Na primeira, o grau de desordem tende a aumentar sucessivamente, ou seja, o sistema exibe um grau cada vez maior de desorganização.

Um exemplo dado é uma casa sendo consumida em chamas. A cada segundo que passa, aquele sistema vai experimentando mais desorganização e existe também a entropia negativa, observada quando alguma interferência externa afeta o estado natural da entropia do sistema, fazendo com que o processo entrópico seja retardado. Como

exemplo, temos uma casa sendo reformada; interferências externas ao sistema retardam o grau de desorganização.

RADIOATIVIDADE

A radioatividade e as contribuições do casal Currie em “Radioactive” (2019)



Devota da Ciência, Marie (Rosamund Pike) sempre enfrentou dificuldades em conseguir apoio para suas experiências devido ao fato de ser uma mulher. Ao conhecer Pierre Curie (Sam Riley), ela logo se surpreende pelo fato de ele conhecer seu trabalho, o que a deixa lisonjeada. Logo os dois estão

trabalhando juntos e, posteriormente, iniciam um relacionamento que resultou em duas filhas. Juntos, Marie e Pierre descobrem dois novos elementos químicos, rádio e polônio, que dão início ao uso da radioatividade.

***Radioactive (2019)** é um filme biográfico sobre a vida de Marie Curie e seu marido Pierre Curie. Em uma cena (no intervalo dos minutos 00:18:00 – 00:19:50), é mostrado o desenvolvimento do conceito de radioatividade tanto do ponto de vista histórico como experimental. A descoberta dos elementos rádio e polônio, seus benefícios e malefícios e o impacto da radioatividade na vida das pessoas.*

A radioatividade foi descoberta em 1896 por Henri Becquerel, ao investigar a fosforescência natural das substâncias.

Entendemos por radioatividade a liberação de uma energia invisível chamada de radiação ionizante. Essa energia é capaz de atravessar o ar, as paredes e nossos corpos. Neste último caso, pode causar danos à nossa saúde em virtude de alterações fisiológicas provocadas na nossa estrutura molecular. Essa energia parte de materiais

classificados como radioativos. Existem na natureza cerca de 28 elementos radioativos naturais dispersos em todos os meios. A maioria desses elementos radioativos naturais está dispersa no solo, associada aos elementos urânio ou ao tório.

Podemos criar artificialmente a radioatividade, como no exemplo do Raio X, que utilizamos há muito tempo para tratamentos médicos além de outras aplicações em diversas áreas. Elementos radioativos vêm contribuindo para a melhoria da vida dos homens e para o avanço da Ciência e das tecnologias. Esses elementos são utilizados para diagnosticar e tratar doenças, para combater pragas na agricultura, conservar alimentos, analisar estruturas de engenharia, recuperar obras de arte e esterilizar uma série de produtos.

Quadro 3 - Partículas radioativas

Nome	Símbolo	Carga elétrica	Natureza	Poder de penetração
Alfa	α	+2	Formada por dois prótons e dois nêutrons.	pequeno
Beta	β	-1	Elétron produzido em transformações nucleares.	médio
Gama	γ	0	Radiação eletromagnética.	alto

Fonte: <<https://www.todamateria.com.br/radioatividade/>>.

A radioatividade das partículas Alfa, Beta e das ondas Gama¹ são as mais comuns. O tipo de radiação determina o poder de penetração na matéria, que são, respectivamente, baixa, média e alta.

As emissões Alfa são partículas pesadas, de carga positiva, que possuem carga elétrica +2 e massa igual a 4. Possui pequeno poder de penetração, e por isso a sua radioatividade pode ser impedida por uma folha de papel. Já **as emissões Beta** são partículas leves, de carga negativa e

¹ Em 1898, Ernest Rutherford descobriu as emissões radioativas alfa e beta. Um terceiro tipo de radioatividade, a emissão gama, foi descoberta em 1900, pelo químico e físico francês Paul Ulrich Villard.

que não contêm massa. Possuem poder de penetração superior à radioatividade Alfa, podendo penetrar uma folha de papel, mas não uma placa de metal.

*As **emissões Gama** são ondas eletromagnéticas de altíssima frequência e que não possuem massa e carga elétrica. Sua capacidade de penetração é superior aos raios-X e faz com que a sua radioatividade passe tanto pelo papel como pelo metal, sendo mais penetrante que os outros dois tipos devido ao seu comprimento de onda ser bem menor, podendo facilmente atravessar todo o nosso organismo.*

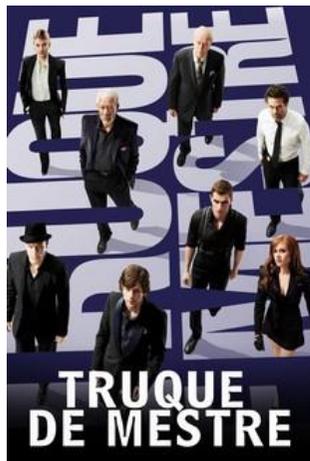
À medida que a radiação é emitida, o átomo se desintegra, o que resulta na sua transformação, pois é o número atômico que determina o elemento químico. O tempo que essa desintegração do elemento leva para reduzir a sua massa pela metade é chamado de meia-vida ou período de semidesintegração.

O casal Pierre e Marie Curie dedicou-se ao estudo das emissões radioativas e constatou que essa era uma

propriedade de determinados elementos químicos. Inclusive, durante essas pesquisas, descobriram dois novos elementos radioativos: rádio e polônio. Em 20 de abril de 1902, em suas pesquisas, o casal Curie conseguiu isolar sais de rádio radioativo do mineral pechblenda em seu laboratório em Paris. Isto os levou, em 1898, a descobrir a existência dos elementos rádio e polônio por conta desta pesquisa. Um ano após terem isolado o rádio, dividiram o prêmio Nobel de Física de 1903 com o cientista francês Henri Becquerel por suas investigações pioneiras acerca da radioatividade.

PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ

A propagação retilínea da luz no espelho plano em “Truque de mestre” (2013)



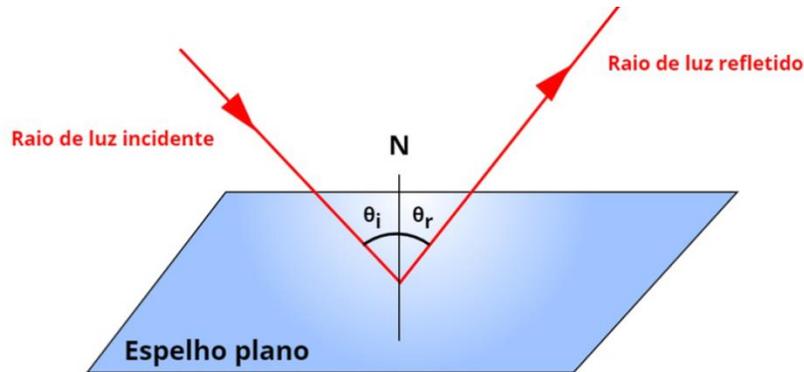
Um grupo de ilusionistas encanta o público com suas mágicas e também rouba bancos em outro continente, distribuindo a quantia para os próprios espectadores. O agente do FBI Dylan Hobbs está determinado a capturá-los e conta com a ajuda de Alma Vargas, uma detetive da Interpol, e também de Thaddeus Bradley, um veterano desmistificador

de mágicos que insiste que os assaltos são realizados a partir de disfarces e jogos envolvendo vídeos.

O filme **Truque de mestre (2013)** nos apresenta uma sequência de cenas (nos intervalos dos minutos 00:49:00 – 00:50:50 e 01:34:19 – 01:35:37) em que um grande espelho é utilizado para ocultar um objeto. Tal cena pode ser utilizada em aulas de óptica geométrica para ilustrar conceitos como reflexão de espelhos planos e propagação retilínea da luz. A explicação do truque e uma construção experimental podem ser feitas a fim de exemplificar o conceito.

Espelhos planos são superfícies planas, polidas e sem curvatura, capazes de promover a reflexão regular da luz. Quando os raios de luz são refletidos por espelhos planos, o ângulo dos raios refletidos é igual ao ângulo dos raios incidentes. Além disso, os raios incidentes e refletidos encontram-se no mesmo plano. **Ocorre a formação de imagens** nos espelhos planos quando os **prolongamentos** dos raios de luz refletidos cruzam-se “atrás” do espelho, em uma distância igual àquela em que o objeto da imagem se encontra e com o espelho.

Figura 4 - Reflexão em espelho plano



Fonte: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/espelhos-planos.htm#:~:text=Espelhos%20planos%20s%C3%A3o%20superf%C3%ADcies%20planas,encontram%2Dse%20no%20mesmo%20plano>>.

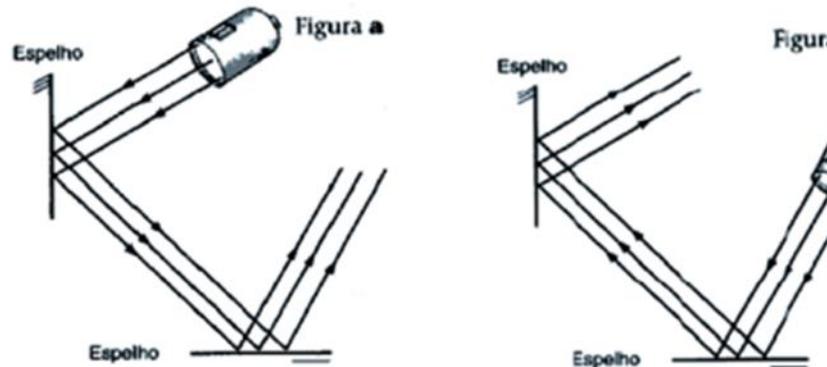
Para que vejamos nosso reflexo, os ângulos de incidência θ_i e reflexão θ_R devem ser iguais.

Imagens formadas nos espelhos planos são chamadas de **imagens virtuais**. Suas principais características são a formação pelo **cruzamento de prolongamentos dos raios de luz**; portanto, são formadas atrás do espelho; **são sempre diretas**, ou seja, apresentam a **mesma orientação vertical** que os seus objetos. Além disso, por

serem **virtuais, não podem ser projetadas** sobre algum anteparo, diferentemente das imagens reais, que podem ser projetadas.

Nos meios transparentes, homogêneos e isotrópicos, a luz se propaga em linha reta. Esse princípio é conhecido como propagação retilínea da luz. Um grande exemplo para este princípio acontece quando raios de luz solar penetram através da janela de uma sala. A forma reta do fecho de luz nos permite distinguir bem esse princípio. Ainda resultado desse princípio, vemos a característica de reversibilidade dos raios luminosos, ou seja, o raio luminoso, refletido por um espelho plano, percorrerá o caminho do ponto A até o ponto B, que será exatamente o mesmo caminho do ponto B até o ponto A.

Figura 5 – Princípio da reversibilidade dos raios luminosos

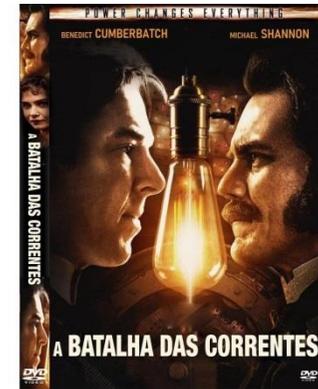


Fonte: <<https://www.proenem.com.br/enem/fisica/principios-da-optica-reflexao-e-espelhos-planos/>>.

Tais princípios, aplicados ao truque apresentado na cena do filme, fazem a mágica acontecer, tornando o coelho oculto atrás do espelho invisível aos olhos do espectador.

CORRENTE ELÉTRICA

A disputa da eficiência energética, corrente contínua ou alternada em “Batalha das correntes” (2017).



Ambientado no final do século XIX, a Guerra das Correntes, trata da disputa entre Thomas Edison (Benedict Cumberbatch) e George Westinghouse (Michael Shannon) sobre como deveria ser feita a distribuição da eletricidade. Edison fez uma campanha pela utilização da corrente

contínua para isso, enquanto Westinghouse defendia a corrente alternada.

O episódio real que deu origem a esse filme se deu durante as últimas décadas do século XIX e discutia, em termos bastante leigos, qual seria a melhor forma de tornar popular a energia elétrica: se pela corrente contínua, defendida por Thomas Edison, ou através da corrente alternada, como propagavam George Westinghouse e Nikola Tesla. Basicamente, o primeiro dizia que a segunda opção apresentava pouca segurança no seu manejo, podendo, inclusive, causar mortes, enquanto aqueles defendiam a economia da prática que empregavam.

*O filme **Batalha das correntes (2017)** mostra a rivalidade e a disputa entre Nikola Tesla e Thomas Edson pelo desenvolvimento e utilização da forma de transmissão de energia elétrica mais segura e eficiente.*

Na cena no intervalo dos minutos 00:23:00 – 00:24:00, uma explicação sobre as vantagens da corrente alternada para grandes escalas é apresentada. Esta

explicação serve de guia para a discussão de conceitos como geração de energia elétrica, correntes contínua e alternada, condutores e grandezas envolvendo eletricidade.

O principal questionamento que o filme traz é: qual é a diferença entre corrente elétrica contínua e alternada e qual seria mais eficiente e vantajosa?

*A diferença básica entre a corrente elétrica contínua e a alternada é que, enquanto na corrente contínua (**CC**) os elétrons movem-se em um único sentido, a corrente alternada (**CA**) possui elétrons que variam sua direção constantemente.*

*Ao estudarmos os conceitos sobre corrente elétrica, vimos que a corrente elétrica nos metais é compreendida como o movimento ordenado dos elétrons livres, sobreposto ao movimento desordenado, por causa da ação de um campo elétrico criado por uma fonte externa sobre eles. Foi determinado, por convenção, que o campo elétrico e a corrente elétrica (**i**) possuem o mesmo sentido.*

*Entendemos também que a corrente elétrica (**i**) em um condutor é definida como a razão entre a quantidade de*

carga (**Q**) que atravessa uma secção transversal do fio e o intervalo de tempo correspondente, ou seja,

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

onde **i** é a corrente elétrica, **Q** é a carga elétrica e **Δt** é o intervalo de tempo.

Dos diversos tipos de aparelhos que são encontrados em nossas residências, muitos deles só funcionam quando ligados à energia elétrica. Mas a corrente que utilizamos é contínua ou alternada? De forma simples, vamos entender qual tipo de corrente (contínua ou alternada) usamos nos aparelhos eletrodomésticos de nossas casas.

Quando um aparelho elétrico está ligado a uma fonte como pilha ou bateria, a polaridade em seus terminais é sempre fixa, ou seja, o campo elétrico tem um sentido constante na fiação do aparelho que está em funcionamento ligado a esse tipo de fonte. Dizemos, então, que o movimento dos elétrons livres no fio do aparelho se dá sempre no mesmo sentido. Isto é o que conhecemos como corrente contínua. Já

outros aparelhos, como ventiladores, chuveiros elétricos, geladeiras e outros, são alimentados por fontes como geradores de usinas que alternam constantemente sua polaridade. É por esse motivo que o sentido do campo na fiação da residência em que um aparelho elétrico esteja funcionando ligado a uma tomada de 110 V ou 220 V também se alterna. Consequentemente, o movimento extra dos elétrons livres é ora para um lado, ora para outro. Essa alternância é o que conhecemos como corrente alternada.

Quadro 4 – Comparativo entre as correntes (vantagens)

Vantagens da corrente contínua	Vantagens da corrente alternada
Maior eficiência em circuitos de baixa tensão .	Possibilidade de abaixar ou aumentar facilmente sua tensão elétrica por meio dos transformadores
Maior eficiência em armazenamento de energia em baterias.	É mais econômica para a transmissão de alta potência.
Menos riscos de “choques”	Mais eficiente em transmissões de longa distância.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Após um longo embate histórico entre figuras importantes, como **Thomas Edison**, **George Westinghouse** e **Nikola Tesla**, ficou provado que o uso da corrente alternada para a distribuição de energia elétrica por longas distâncias é economicamente mais viável, pois reduz a dissipação de energia em decorrência do efeito Joule².

² É um fenômeno físico no qual a passagem de corrente elétrica através de algum condutor resulta em seu aquecimento.

Sugestões de como trabalhar com trechos de filmes

1- Situação-problema

Uma das sugestões seria a de o professor apresentar o trecho do filme logo no início da aula, enquanto situação-problema, lançando vários questionamentos sobre o trecho exibido. A partir disso, o professor poderá avaliar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre aquele assunto apresentado na cena. Respondidos os questionamentos ou não, o professor poderá respondê-los durante a aula.

Na aula sobre gravitação, por exemplo, o professor pode apresentar uma cena do filme **Apollo 18 – A missão proibida (2011)**, em que astronautas caminham sobre a lua e fazer alguns questionamentos, para que os alunos reflitam: Por que os passos dos astronautas parecem em câmera lenta? Por que mesmo de dia o céu está negro? Por que eles precisam daquela roupa tão esquisita?

2 - Final da explicação de algum conteúdo como exemplo.

O professor também poderá utilizar os trechos no final da explicação de algum conteúdo como forma de exemplo ou aplicação desses conteúdos ministrados. Uma vez desenvolvida a explicação, seria apresentado o trecho do filme, para que os alunos tivessem um exemplo prático da aplicação daquele conteúdo.

Exemplo disso seria na aula sobre leis de Newton, em que, para exemplificar a explicação da terceira lei de Newton, o professor poderia mostrar um trecho de um filme com o lançamento de um foguete.

3 - Final da aula como preparação

Uma outra forma de usar os trechos de filmes seria no final da aula; porém, com a cena, apresentando o assunto da aula seguinte para que os alunos pudessem mostrar seu nível de conhecimento sobre aquele tema. Isto ajudaria o professor a ter um auxílio na construção da próxima aula.

Na aula sobre hidrostática, por exemplo, o professor poderá mostrar no final de sua aula anterior uma cena em que

um submarino submerja e emerja da água e, assim, avaliar se os alunos já possuem algum conhecimento prévio a respeito daquele conteúdo e planejar melhor sua próxima aula.

4 - Como forma de avaliação, aproveitando inclusive os erros

Como nem só de coerência vive a ficção científica, uma característica marcante desse gênero é a despreocupação com a obediência às leis da Física, o que faz com que vários filmes sejam montados com base em situações hipotéticas que contrariam totalmente essas leis.

Esse fato pode ser utilizado pelo professor para chamar a atenção dos alunos para os fenômenos presentes na cena, tendo mostrado um trecho em que a cena apresenta um fenômeno, no qual as leis da física são “quebradas”. Desse modo, caberia ao aluno tentar identificar o fenômeno ou princípio físico que foi contrariado.

Outra opção seria o professor apresentar dois trechos em que o mesmo fenômeno estaria sendo mostrado; porém, um trecho “correto”, ou seja, em que as leis da Física foram

respeitadas e outro “errado” em que essas leis seriam violadas. Diante dessas circunstâncias, os alunos teriam que identificar a cena correta e o porquê.

Essa atividade poderia ser usada como proposta de avaliação, na qual o professor disporia das respostas que indicariam o grau de entendimento de cada aluno, pois, ao desenvolverem a explicação, os alunos estariam mostrando que, além de terem introjetado o conteúdo, também foram capazes ou não de identificá-lo em uma situação contextualizada e ainda diferenciando o certo do errado.

Exemplo disso seria na aula sobre o som. Após o conteúdo ser ministrado, o professor apresentaria duas cenas em que ambas apresentassem exemplos de explosões no espaço. Na primeira, apresentar-se-ia uma situação em que uma nave espacial explode no espaço, gerando um grande barulho para as naves vizinhas ou mesmo para o espectador. Já na segunda cena, também seria apresentada uma explosão no espaço; porém, inaudível. Com essas duas cenas, o professor poderá utilizar os trechos como forma de avaliar os alunos e questioná-los a respeito de qual cena

estaria fisicamente correta e por quê.

5 - Durante toda a aula

Para apresentar os trechos de filmes durante toda a aula, seria interessante que o professor a dividisse em tópicos, ilustrando cada um deles com um trecho de filme, cabendo ao professor decidir o momento mais adequado para a apresentação do trecho em questão e a forma como ele seria intercalado entre os conteúdos. Isto poderá variar de acordo com o nível ou aceitação da turma.

Essa forma seria uma aplicação de todos os itens anteriores, o que exigiria do professor maior empenho na elaboração da aula, pois seria necessária uma análise cuidadosa de cada trecho, para que um não viesse a, eventualmente, comprometer a sequência da aula.

Com essas sugestões, o professor poderá trabalhar conhecimentos prévios, problematizações, exemplos, avaliações etc.

Sugestões de cronogramas

Quanto ao cronograma de atividades, o professor poderá também, se achar interessante, montar uma proposta de plano de curso, incluindo essa nova abordagem para ser utilizada durante todo o ano letivo.

*A depender da pesquisa em que o professor queira desenvolver essa proposta, poderá ser trabalhada até pelo período de alguns **anos consecutivos**. Isto dará ao professor uma grande quantidade de dados que possibilitarão uma boa estimativa da aplicabilidade desta metodologia para os próximos anos.*

Através desses resultados, o professor poderá constatar ou não se o uso dos filmes como recurso didático configuraria para ele um novo suporte pedagógico e ele teria em suas mãos uma boa ferramenta de trabalho, para poder desenvolver uma melhor interação dos alunos com as aulas de Ciências, como também a possibilidade de uma melhor assimilação de conceitos, levando, assim, a um melhor

aprendizado.

Esse tipo de abordagem pode ser aplicado desde o Ensino Fundamental para trabalhar os conceitos básicos das Ciências até o Ensino Médio para trabalhar os conceitos mais formais.

Seria uma alternativa para o professor tornar a aula mais dinâmica, pois a apresentação dos trechos de filmes estaria intimamente ligada à participação dos alunos durante a aula, já que os questionamentos referentes aos trechos do filme terão que ser feitos aos alunos e, dependendo de seus conhecimentos, respondidos ou não.

Abaixo temos um quadro ilustrativo com os exemplos utilizados neste trabalho. Cada professor terá a liberdade de escolher de quais assuntos tratará com a utilização dos filmes, podendo utilizar outros títulos de filmes com as mesmas referências.

Trecho e cada filme com indicação do conteúdo a ser abordado

Filme	Ano	Conteúdo	Cena (min)
Superman - O retorno	2006	<i>Energia nuclear</i>	00:28:15 – 00:29:30 / 00:31:10 – 00:32:30
Gravidade	2013	<i>Gravitação e Leis de Newton</i>	00:02:00 – 00:04:00 / 00:13:00 – 00:19:00
O menino que descobriu o vento	2019	<i>Transformações de energia e energia eólica</i>	01:37:00 – 01:41:00
Anjos e demônios	2009	<i>Fontes de energia e Antimatéria</i>	00:04:00 – 00:07:42
Tenet	2020	<i>Termodinâmica e entropia</i>	02:04:00 – 02:06:00
Radioactive	2019	<i>Radioatividade</i>	00:18:00 – 00:19:50
Batalha das correntes	2017	<i>Energia elétrica</i>	00:23:00 – 00:24:00

Sustão de questões

Energia nuclear

1) São vantagens da energia nuclear, exceto:

- a) necessidade de pequena quantidade de matéria-prima.
- b) ausência de poluição atmosférica.
- c) facilidade geográfica na instalação das usinas produtoras.
- d) ser renovável.
- e) sua eficiência.

2) Uma das desvantagens verificadas na produção e utilização da energia nuclear diz respeito ao seu alto custo se comparado, por exemplo, ao custo da hidreletricidade.

Um fator que justifica esse alto custo é a/o:

- a) distribuição da energia.
- b) instalação da usina.
- c) preço da matéria-prima.
- d) combate aos resíduos atmosféricos.
- e) impactos ambientais.

3) A maior preocupação acerca da produção e utilização da energia nuclear no mundo ocorre em função dos riscos de acidentes: vazamentos de material radiativo e explosões de reatores. Acidentes envolvendo a produção desse modelo energético já

ocorreram e sempre deixaram o mundo atônito.

Marque a alternativa que indica corretamente a usina nuclear e o país que já apresentaram acidentes com material radiativo utilizado na produção de energia nuclear:

- a) Chernobyl – Polônia.
- b) Fukushima – China.
- c) Angra I – Brasil.
- d) Three Mile Island – Estados Unidos.

4) Uma vantagem verificada na produção e utilização da energia nuclear no mundo moderno é o fato de se tratar de uma fonte energética que não polui a atmosfera. Aponte a alternativa que justifica essa vantagem:

- a) A limpeza dos resíduos é feita de forma total ainda na usina e não permite a liberação de gases poluentes.
- b) A utilização de biomassa em seu processo de produção, que permite a liberação somente de vapor de água para a atmosfera.
- c) Processo de queima dos materiais que geram a energia feita de forma sustentável, obedecendo, atualmente, ao Acordo de Paris.
- d) A fissão nuclear que aquece água e gera energia não produz resíduos gasosos que podem ser eliminados na atmosfera.
- e) Utilização de elementos renováveis na produção de energia nuclear, não permitindo o lançamento de gases poluentes.

5) A produção de energia nuclear é um fato importante para a manutenção da oferta de energia elétrica no mundo, mas as preocupações acerca dessa energia envolvem:

- a) mineração do urânio, que provoca elevada poluição atmosférica.
- b) descarte do lixo atômico, que pode promover a liberação de material radiativo.
- c) geração de calor nas usinas, que altera a fauna e a flora locais.
- d) liberação de gás carbônico no processo de produção da energia nuclear.
- e) mudança no curso dos rios que passam pelas proximidades das usinas nucleares.

Gravidade e Leis de Newton

1) Marque a alternativa correta a respeito da gravidade zero.

- a) A gravidade zero ocorre em um ponto do espaço onde a atuação da gravidade é nula.
- b) A velocidade com a qual os objetos movimentam-se ao redor da Terra garante a sensação de queda perpétua, a qual chamamos de gravidade zero.
- c) Em gravidade zero, os objetos estão parados, flutuando próximos ao planeta.
- d) As regiões de gravidade zero são extremamente distantes da Terra.
- e) Todas as alternativas estão incorretas.

2) A gravidade é resultado de uma curvatura gerada no espaço por causa da presença de um objeto muito massivo. Marque a alternativa correta a respeito dessa grandeza fundamental.

- a) O valor da gravidade de um planeta ou estrela está relacionado somente ao seu tamanho. Assim, quanto maior for o corpo celeste, maior será a atração gravitacional que ele proporcionará.
 - b) A lei da atração gravitacional de Newton determina que a força gravitacional é inversamente proporcional ao produto das massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa dois corpos.
 - c) Tanto o espaço quanto o tempo são curvados pela presença de um elemento massivo. Tal curvatura na malha espaço-tempo proporciona o que denominamos de gravidade.
 - d) Tanto o espaço quanto o tempo são curvados pela presença de um elemento massivo. Tal curvatura na malha espaço-tempo proporciona o que denominamos de gravidade. Porém, as curvaturas no espaço-tempo só podem ser geradas por corpos que possuem massa tão grande quanto a massa do Sol.
 - e) A massa do Sol é cerca de 1 milhão de vezes maior que a massa da Terra. Portanto, a gravidade gerada pela estrela também será 1 milhão de vezes maior.
- 3) A sensação de estar sem peso, como quando estamos caindo em queda livre, é conhecida como:**

- a) peso

b) inércia

c) imponderabilidade

d) gravidade

e) aceleração

4) Assinale a alternativa que define a terceira lei de Newton corretamente.

a) Toda força de ação sobre um corpo possui diferente intensidade, sentido e direção da força de reação.

b) Todo corpo tende a continuar em repouso indefinidamente.

c) Toda força de ação sobre um corpo possui a mesma intensidade e direção, mas sentido contrário à força de reação.

d) Todo corpo tende a continuar em repouso ou em movimento retilíneo uniforme se o somatório das forças atuantes for diferente de zero.

e) Toda força de ação sobre um corpo possui mesma intensidade, sentido e direção da força de reação.

5) Entre os pares abaixo, qual não é um par ação e reação?

a) Força peso e força normal.

b) Força que a parede faz na mão e força que a mão faz na parede.

c) Força que o chão faz nos pés e força que os pés fazem no chão.

d) Força normal da superfície sobre o bloco e força do bloco sobre a superfície.

e) Força de atrito do balão com o cabelo e força do cabelo sobre o balão.

Transformações de energia

1) Em última análise, a energia utilizada por alguém em uma corrida veio do Sol. Marque a alternativa que justifica essa afirmação.

a) Essa frase claramente refere-se à fixação da vitamina D, impossível de ser obtida por meio de suplemento ou alimentação.

b) A frase está incorreta, já que somente plantas executam o processo físico-químico da fotossíntese.

c) A frase está correta. O corredor absorve a energia dos alimentos que ingeriu, e a energia dos alimentos, por sua vez, foi obtida no processo natural da fotossíntese.

d) A afirmação está incorreta, pois contraria o princípio de Lavoisier.

e) Todas as afirmações anteriores estão incorretas.

2) O primeiro campeão da modalidade olímpica do salto com varas foi o norte-americano William Hoyt, em 1896. Marque a alternativa que indica a sequência de transformações de energia que ocorrem na execução de um salto com vara.

a) Energia potencial gravitacional > Energia cinética > Energia potencial elástica > Energia mecânica.

b) Energia cinética > Energia potencial elástica > Energia cinética > Energia potencial > Energia cinética.

c) Energia cinética > Energia mecânica > Energia potencial gravitacional > Energia potencial elástica.

d) Energia cinética > Energia potencial elástica > Energia cinética > Energia potencial elástica > Energia mecânica.

e) Energia mecânica > Energia cinética > Energia potencial gravitacional > Energia potencial elástica > Calor.

3) No processo de obtenção de eletricidade, ocorrem várias transformações de energia. Considere duas delas:

I. cinética em elétrica

II. potencial gravitacional em cinética

Analisando o esquema, é possível identificar que elas se encontram, respectivamente, entre:

(A) I- a água no nível h e a turbina, II- o gerador e a torre de distribuição.

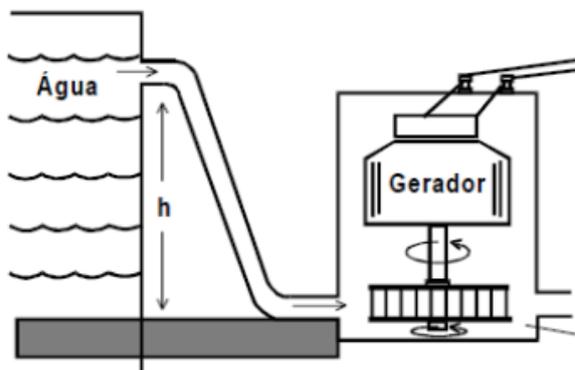
(B) I- a água no nível h e a turbina, II- a turbina e o gerador.

(C) I- a turbina e o gerador, II- a turbina e o gerador.

(D) I- a turbina e o gerador, II- a água no nível h e a turbina.

(E) I- o gerador e a torre de distribuição, II- a água no nível h e a turbina.

4) Na figura abaixo, está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.



Fonte: <<https://bit.ly/30jHmZn>>

Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:

(A) hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.

(B) hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água.

(C) termoelétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.

(D) eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.

(E) nuclear, porque a energia é obtida do núcleo das moléculas de água.

Antimatéria

1) A Física de Partículas é uma área da Física:

a) que estuda os diferentes tipos de ligações e reações químicas.

b) responsável pelo estudo das partículas elementares e da interação entre radiação e matéria.

c) responsável por explicar reações nucleares.

d) destinada a formular teorias capazes de unificar a força gravitacional com outras forças da natureza.

e) que explica, exclusivamente por meio da Física Clássica, as interações entre átomos e moléculas.

2) Podemos definir a antimatéria como:

a) uma forma hipotética de matéria dotada de massa e carga nulas.

b) uma posição filosófica metafísica, em oposição ao materialismo.

c) uma matéria constituída por antipartículas com carga

elétrica oposta à da matéria ordinária.

d) uma substância originária do universo estudada pela Física Mecânica.

e) um conceito físico para indicar a ausência de vida material na origem do universo.

3) Os quarks são partículas que, quando ligadas em trios, formam partículas como prótons e nêutrons. Em relação aos quarks, assinale a alternativa correta:

a) São partículas que não têm massa e, por isso, recebem o nome de bósons.

b) São partículas não elementares, pois apresentam estruturas internas feitas de partículas ainda menores.

c) São partículas elementares de carga elétrica parcial menor que a carga elementar.

d) São responsáveis pelo surgimento da força de atração, que mantém os núcleos atômicos estáveis.

e) São destruídos nas reações nucleares para a obtenção de energia nuclear.

4) Qual foi a primeira antipartícula descoberta?

a) Pósitron

b) Antiprótons

c) Antinêutrons

d) Elétrons

e) Quarks

Entropia

1) Assinale a alternativa que está incorreta no que concerne à entropia:

a) a entropia de gases é geralmente maior que a dos líquidos e a entropia de líquidos é geralmente maior que a dos sólidos;

b) a entropia normalmente aumenta quando um líquido puro ou sólido dissolve em um solvente;

c) a entropia aumenta quando um gás dissolvido escapa de uma solução;

d) a entropia do universo está aumentando continuamente;

e) a entropia de um processo complexo é a soma das entalpias simples desse processo.

2) Assinale a alternativa que apresenta a unidade de medida de entropia, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades:

a) cal/°C

b) J/K

c) cal/J

d) W/m

e) cal/g°C

3) Durante um processo espontâneo, podemos afirmar que a entropia de um sistema termodinâmico:

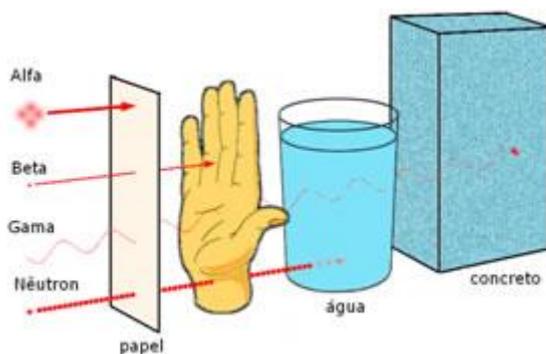
- a) sempre diminui.
- b) permanece constante.
- c) aumenta até um valor máximo.
- d) diminui até chegar a zero.
- e) aumenta e depois diminui até chegar a zero.

4) À medida que a entropia de um sistema termodinâmico aumenta:

- a) seu grau de aleatoriedade diminui na mesma medida.
- b) sua temperatura aumenta.
- c) sua pressão diminui.
- d) seu grau de aleatoriedade aumenta na mesma medida.
- e) sua energia interna aumenta na mesma medida.

Radioatividade

1) A imagem a seguir traz uma representação do poder de penetração das radiações alfa, beta e gama:



Sobre essas radiações, marque a alternativa correta:

a) Sempre que o núcleo de um átomo emite a radiação beta, um novo nêutron é formado no interior desse núcleo.

b) A radiação beta é composta por um único elétron, o que confere a ela uma carga positiva.

c) As radiações alfa são formadas por dois prótons e dois nêutrons, o que confere a ela a menor massa entre os tipos de radiações.

d) As partículas gama são radiações eletromagnéticas que não possuem carga elétrica nem massa.

e) Os nêutrons são partículas localizadas no interior do núcleo do átomo e apresentam uma massa menor do que a dos elétrons (presentes nas eletrosferas).

2) A compreensão das propriedades de interação das radiações com a matéria é importante para: operar os equipamentos de detecção, conhecer e controlar os riscos biológicos sujeitos à radiação, além de possibilitar a interpretação correta dos resultados dos radioensaios.

I. As partículas gama possuem alto poder de penetração, podendo causar danos irreparáveis ao ser humano.

II. As partículas alfa são leves, com carga elétrica negativa e massa desprezível.

III. As partículas gama são radiações eletromagnéticas semelhantes aos raios X, não possuem carga elétrica nem massa.

IV. As partículas alfa são partículas pesadas de carga elétrica positiva que,

ao incidirem sobre o corpo humano, geralmente causam queimaduras de 3º grau.

V. As partículas beta são mais penetrantes e menos energéticas que as partículas alfa.

Das afirmações feitas em relação às partículas radioativas, estão CORRETAS:

- a) apenas I e V.
- b) apenas I, II e V.
- c) apenas I, III, e V.
- d) apenas II, III e IV.

3) A radioatividade emitida por determinadas amostras de substâncias provém

- a) da energia térmica liberada em sua combustão.
- b) de alterações em núcleos de átomos que as formam.
- c) de rupturas de ligações químicas entre os átomos que as formam.
- d) do escape de elétrons das eletrosferas de átomos que as formam.
- e) da reorganização de átomos que ocorre em sua decomposição.

Corrente elétrica

1) O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto à morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa

resistência varia de 1000 Ω , quando a pele está molhada, até 100 000 Ω , quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de 120 V. Qual a intensidade máxima de corrente elétrica que passou pelo corpo da pessoa?

- a) 1,2 mA
- b) 120 mA
- c) 8,3 A
- d) 833 A
- e) 120 kA

2) Ao entrar em contato com o corpo humano, a corrente elétrica produz diversos efeitos. Entre eles, um em específico faz com que os músculos se contraíam. Isso se trata do efeito

- a) térmico
- b) magnético
- c) químico
- d) luminoso
- e) fisiológico

3) Baseado em seus estudos sobre corrente elétrica, assinale qual dos tipos de corrente abaixo se trata daquela em que “os elétrons são forçados a deslocar-se em sentido único”.

- a) Alternada
- b) Retardada
- c) Uniforme

d) Acelerada

e) Contínua