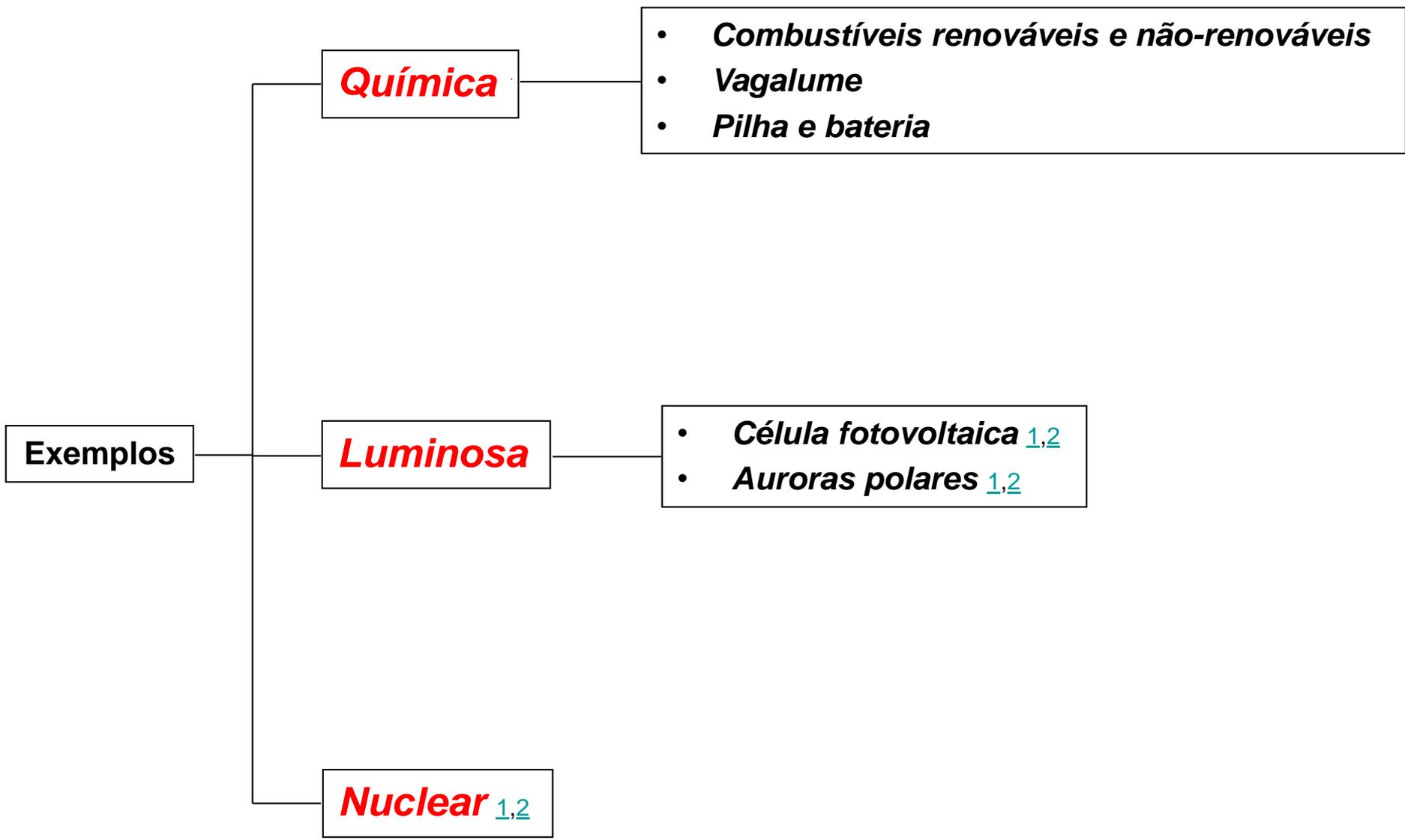


Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - *Campus São Paulo*

ENERGIA

FIS 1º/2º anos - Ensino Médio Integrado

Profs. *Camillo*
Okamura
Cipoli



Exemplos

Química

- *Combustíveis renováveis e não-renováveis*
- *Vagalume*
- *Pilha e bateria*

Luminosa

- *Célula fotovoltaica* [1,2](#)
- *Auroras polares* [1,2](#)

Nuclear [1,2](#)

Química



Mina de carvão

Pilha



Carvão em brasa



Vagalume

Luminosa



Abajur



Vagalume



Células fotovoltaicas



Sol

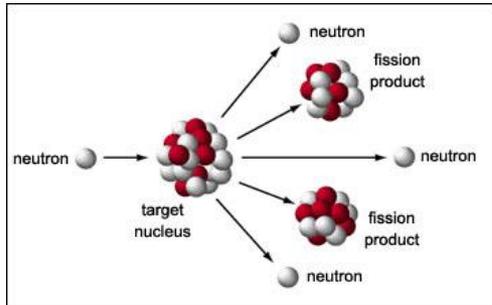


Aurora austral

Nuclear

Usina nuclear

Fissão nuclear

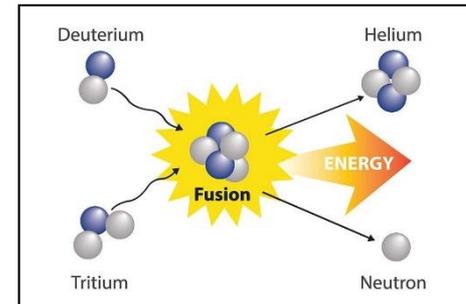


Perry Nuclear Power Plant,
North Perry Village, Ohio, USA

Descomissionamento em
2021

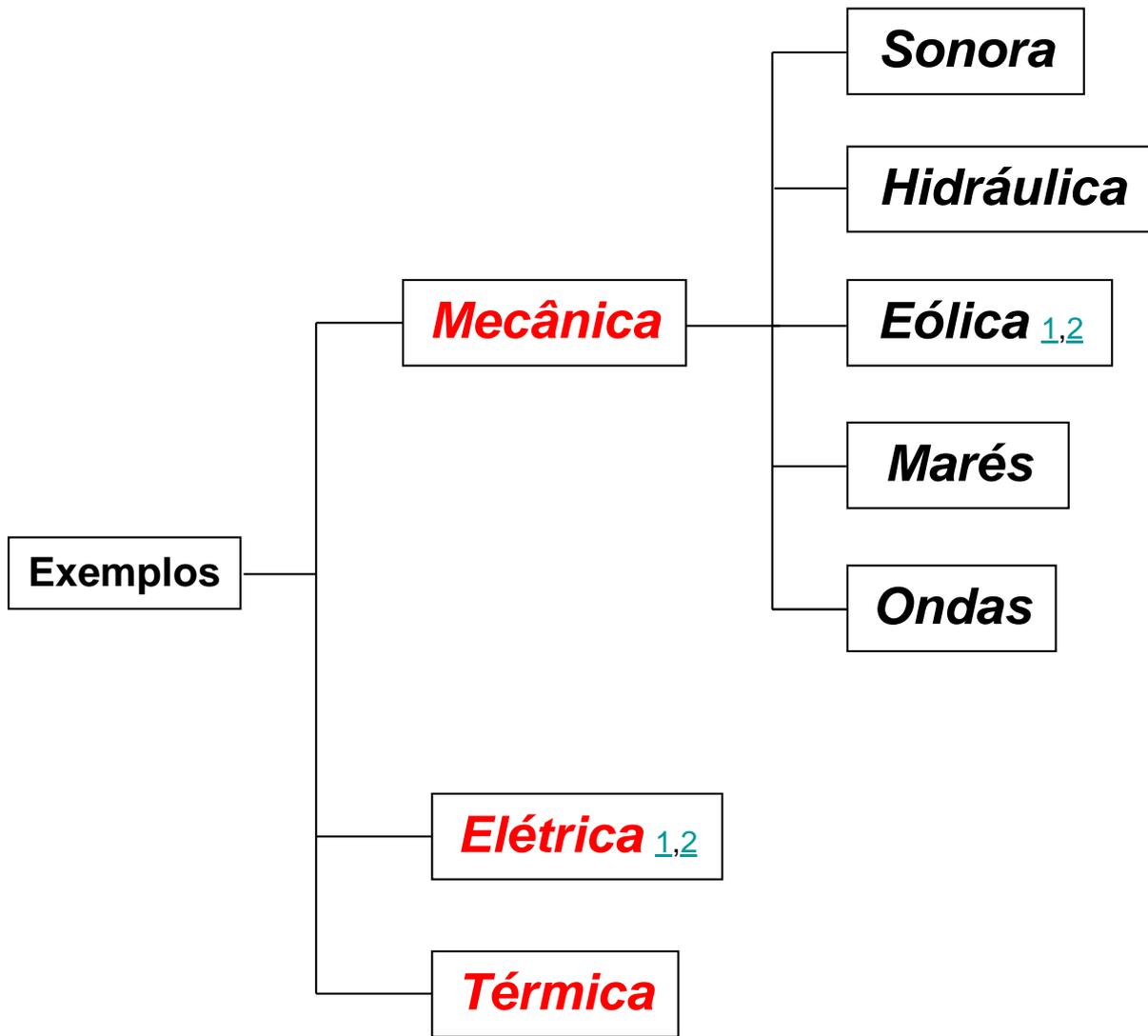
Usina nuclear

Fusão nuclear



***International Thermonuclear
Experimental Reactor (ITER)***

Sul da França
Operação prevista para **2025**
US\$ 23,7 bilhões



Sonora



Psicose
(1960)
(A. Hitchcock)

Hidráulica



Sayano-Shushenskaya (1963)
Rússia

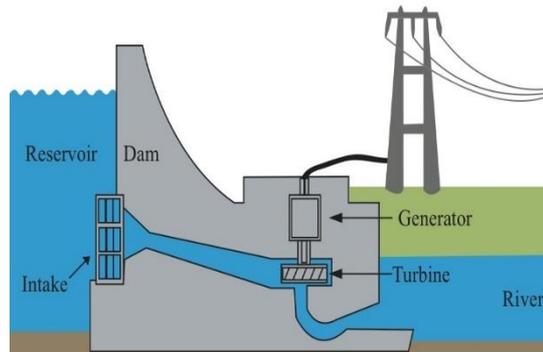
Eólica



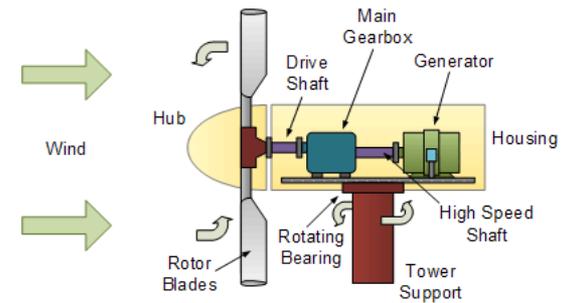
Parque eólico



Esquema



Esquema

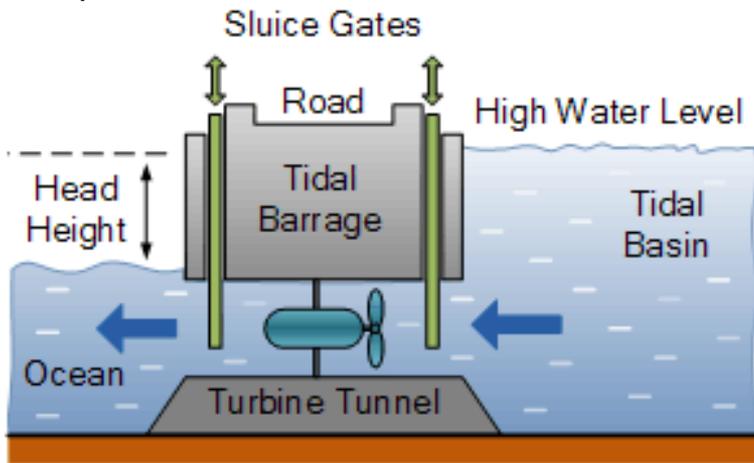


Marés



Sihwa Tidal Power Station
Coreia do Sul

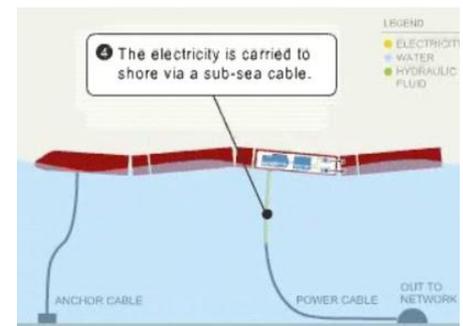
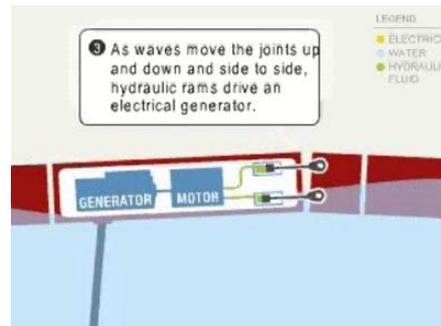
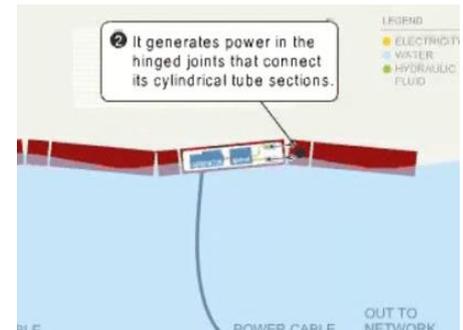
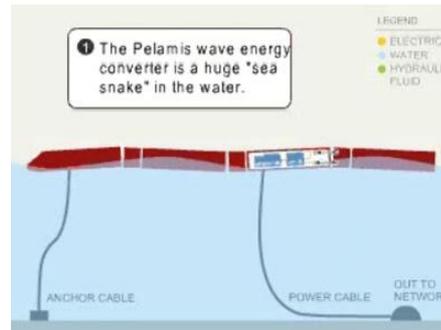
Esquema



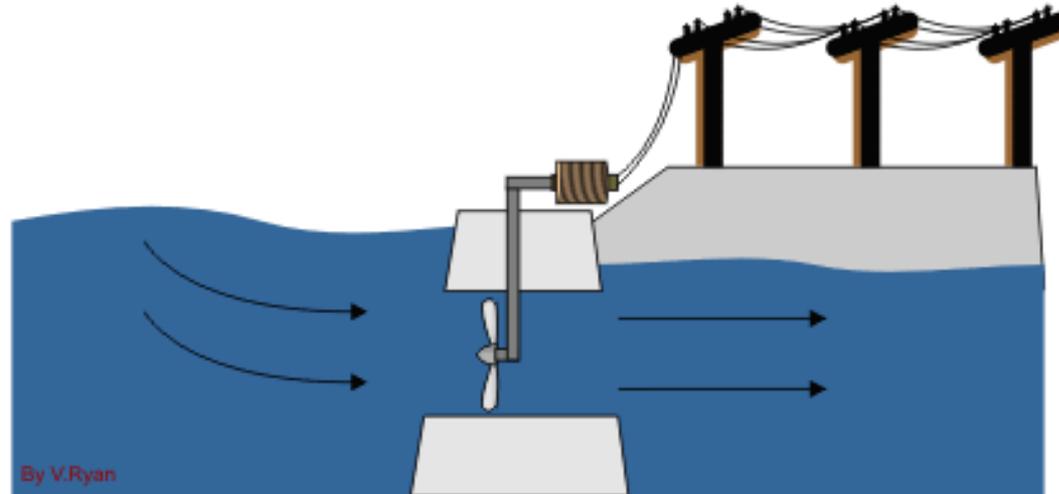
Ondas



Esquema

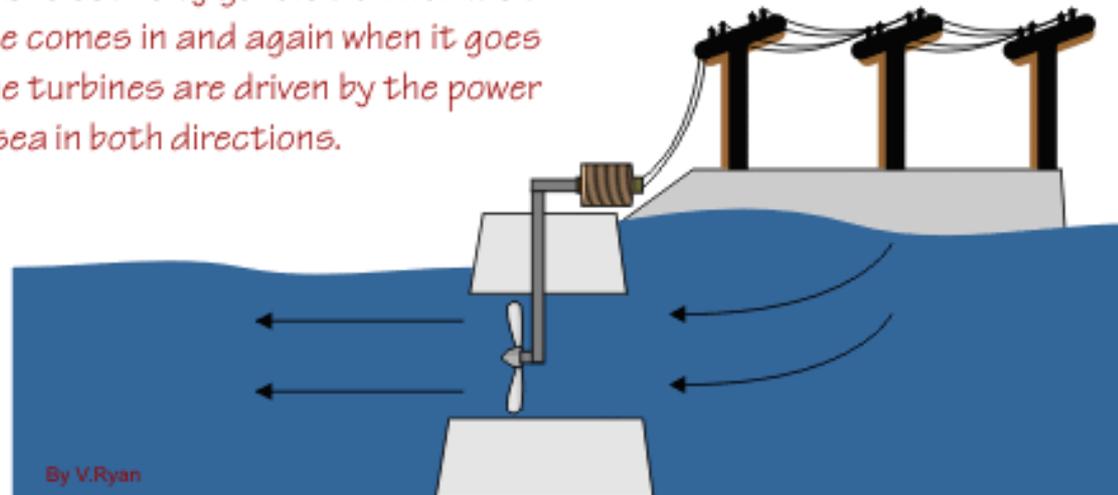


Marés



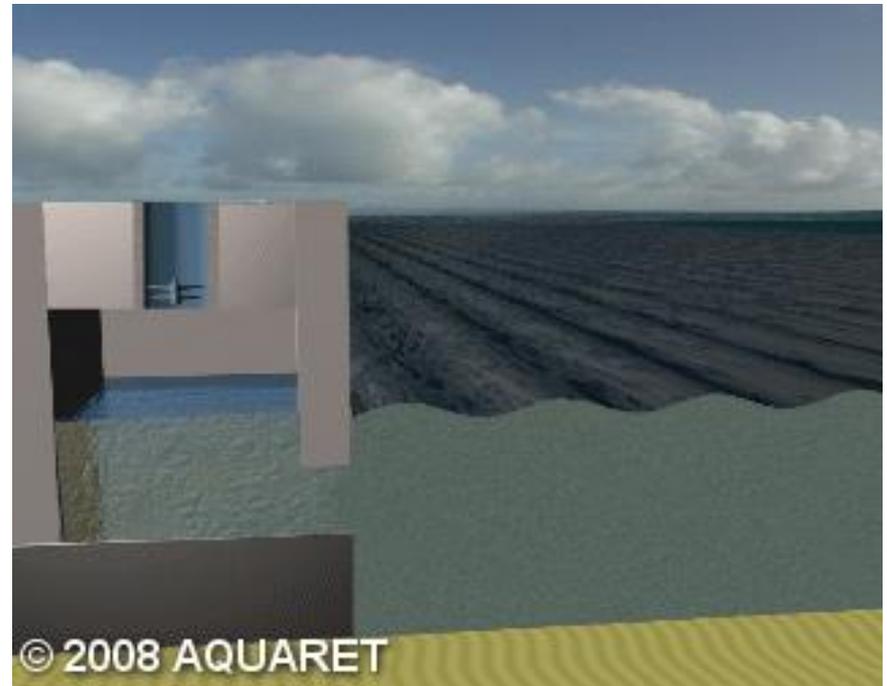
TIDE COMING IN

This tidal electricity generation works as the tide comes in and again when it goes out. The turbines are driven by the power of the sea in both directions.



TIDE GOING OUT

Ondas

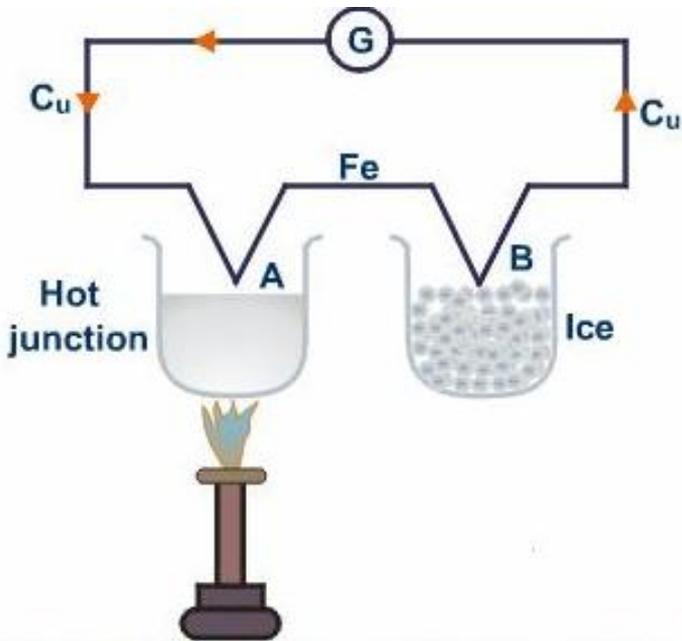


Eletromagnética

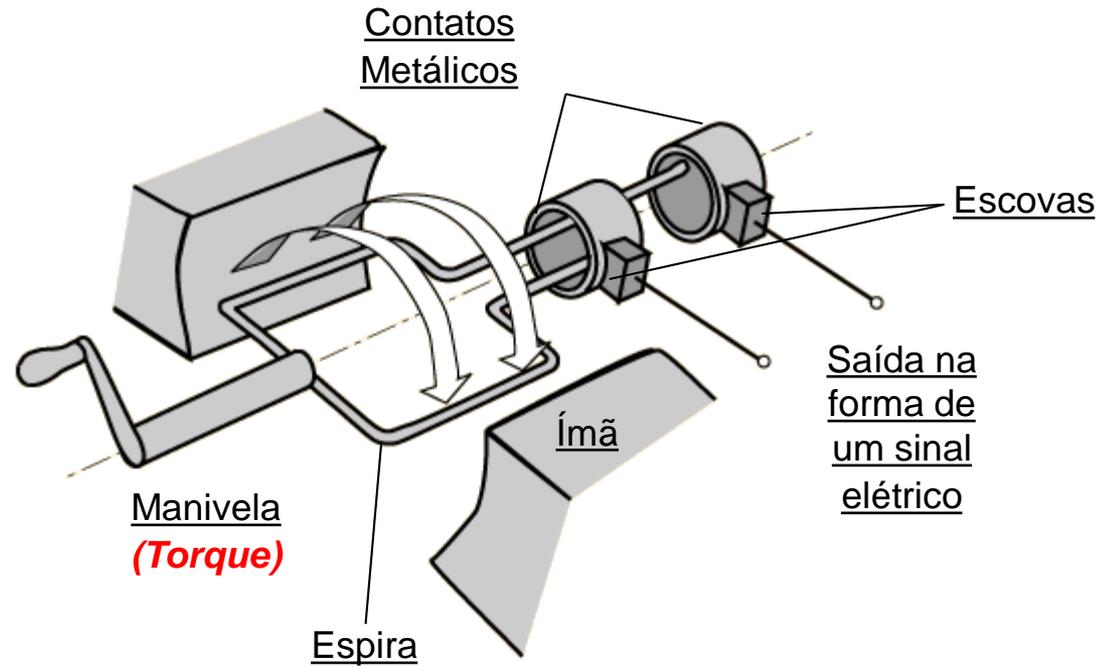
Efeito termoelétrico

(1822)

Esquema

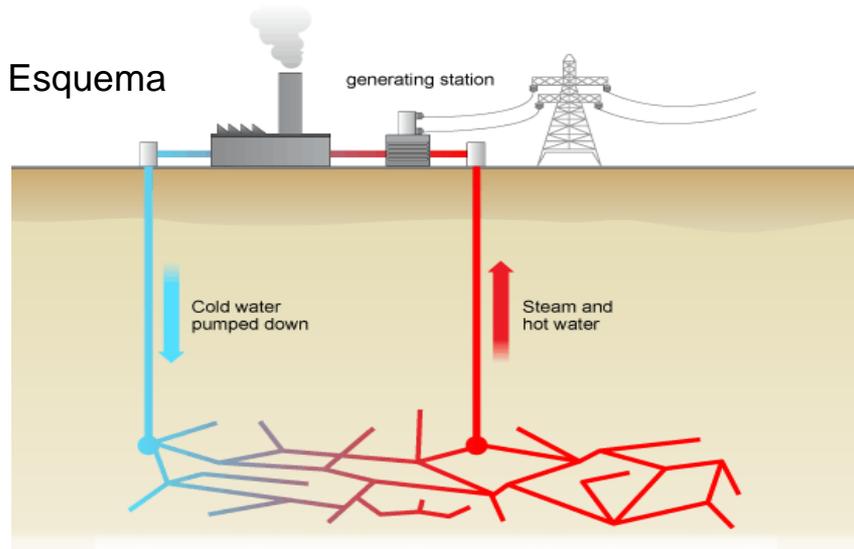


Dinamo



Térmica

Geotérmica

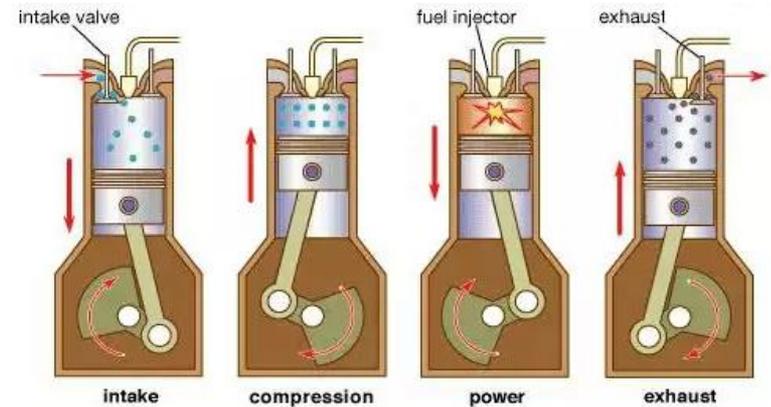


Planta geotérmica
Islândia

Motor de Combustão Interna



Esquema

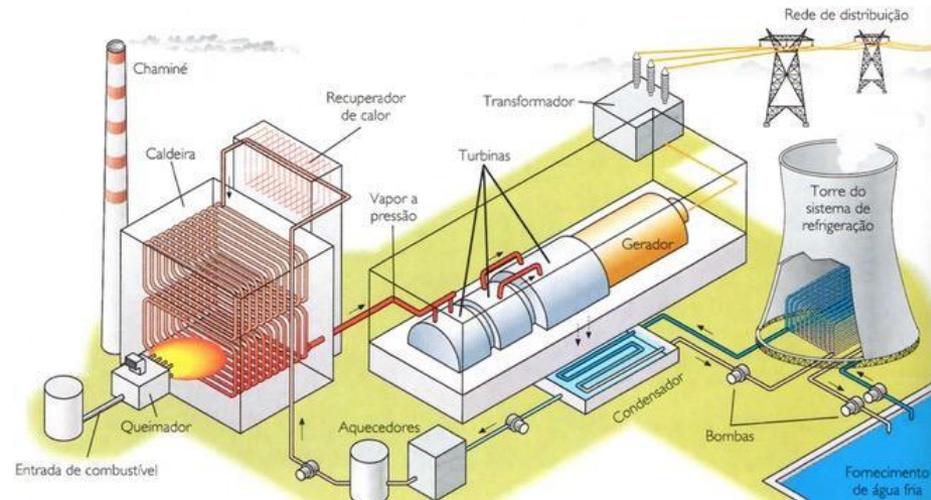


Motor de Combustão Interna



<https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/icengine.html>

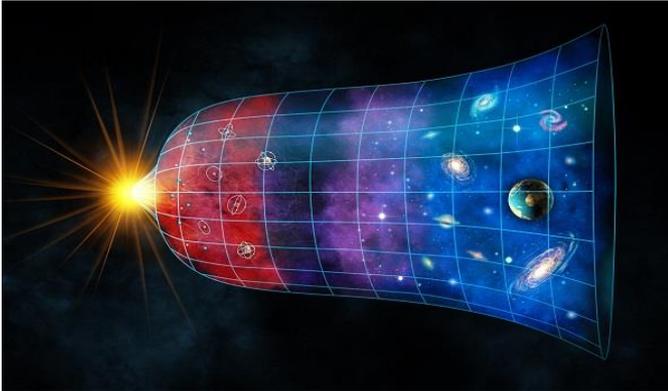
Usina Termoeletrica



<https://www.ecodebate.com.br/2014/07/24/alemanha-tem-quatro-das-cinco-usinas-termicas-a-carvao-mais-poluentes-da-uniao-europeia/>

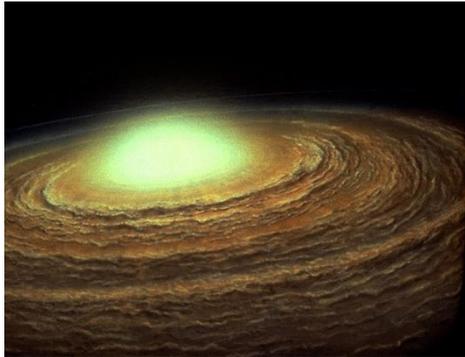
Afinal de contas, quantas formas de energia existem?

Teoria do Big Bang

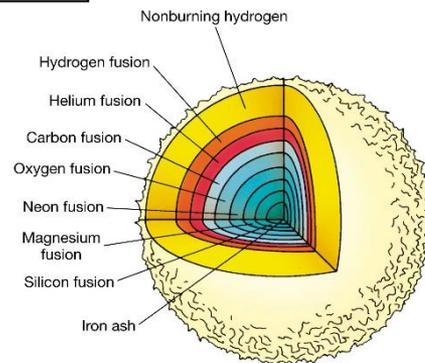


- Teoria cosmológica para a origem do universo
- Singularidade
- 13,8 bilhões de anos
- Hipótese do átomo primordial (1920 - *George Lemâitre*)
- Nucleossíntese (*George Gamow*)

Solar

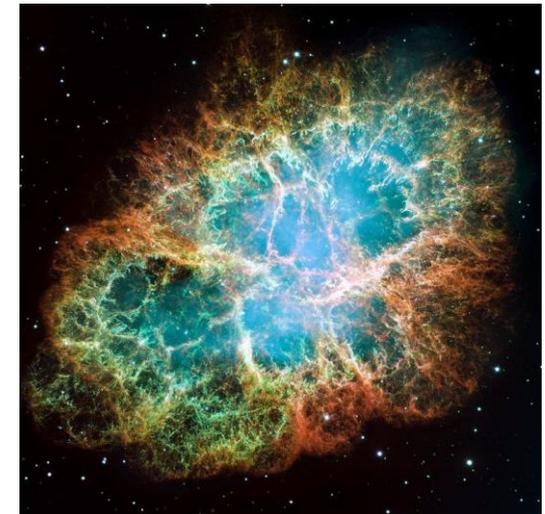


Disco de formação



Evolução Estelar

Nuclear



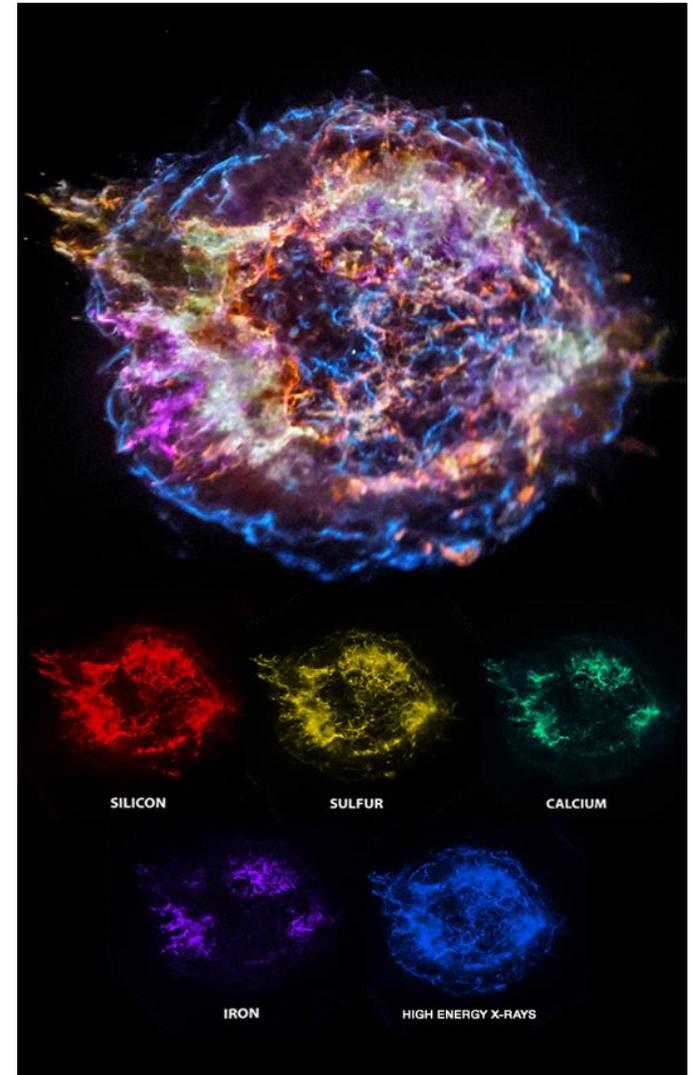
Nebulosa do Caranguejo

Explosão de Supernova

Chandra X-ray Observatory



Nebulosa da Supernova remanescente de *Cassiopeia A* (SNR 111.7-02.1); Via Láctea; 11.000 anos-luz; 2002



Processo de formação de elementos químicos mais pesados do que o Ferro!!!

Energia

É a grandeza física que representa a capacidade que um sistema possui de realizar uma tarefa, ou conceitualmente, um **Trabalho**.

Potencial

É a energia que pode ser **armazenada** e usada quando bem entender.



Cinética

É a energia associada ao **movimento**.



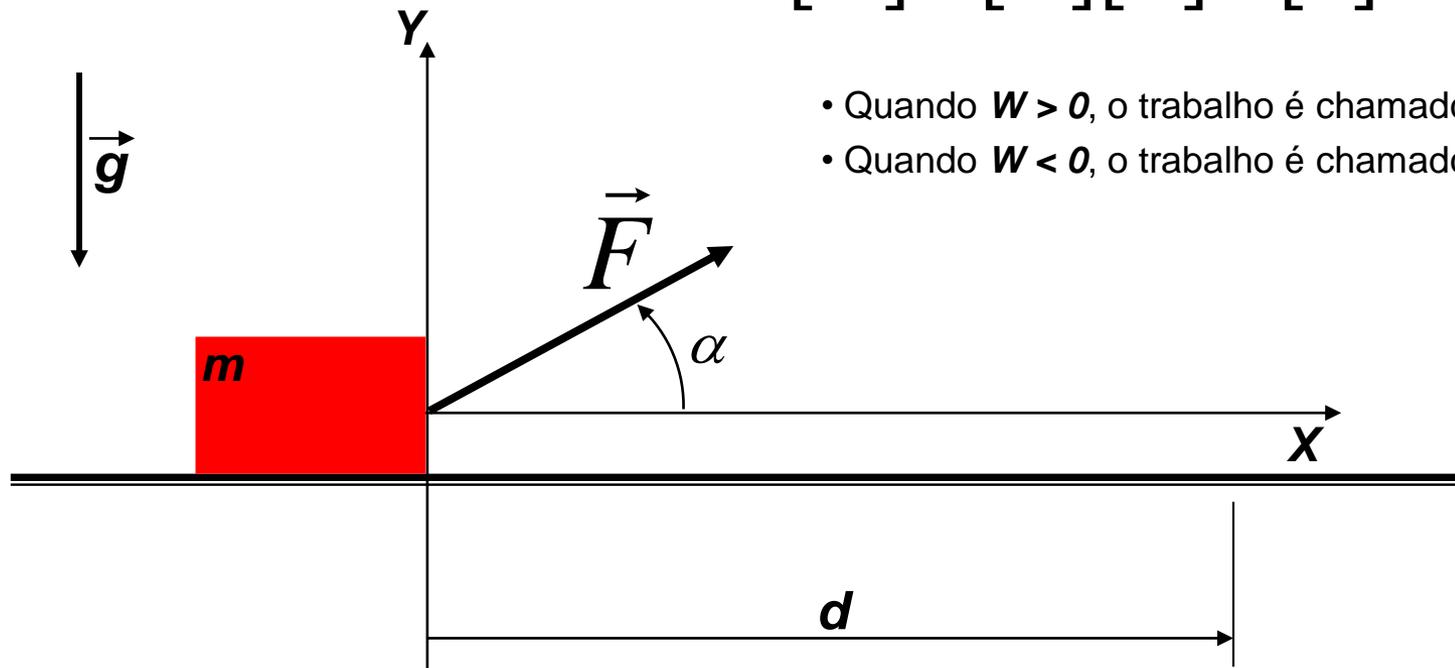
Trabalho de uma força: é o produto entre o módulo da projeção da força na direção **paralela** ao deslocamento e o próprio deslocamento.

O trabalho de uma força representa a medida da energia transferida a um corpo, pela aplicação de uma força ao longo de um deslocamento.

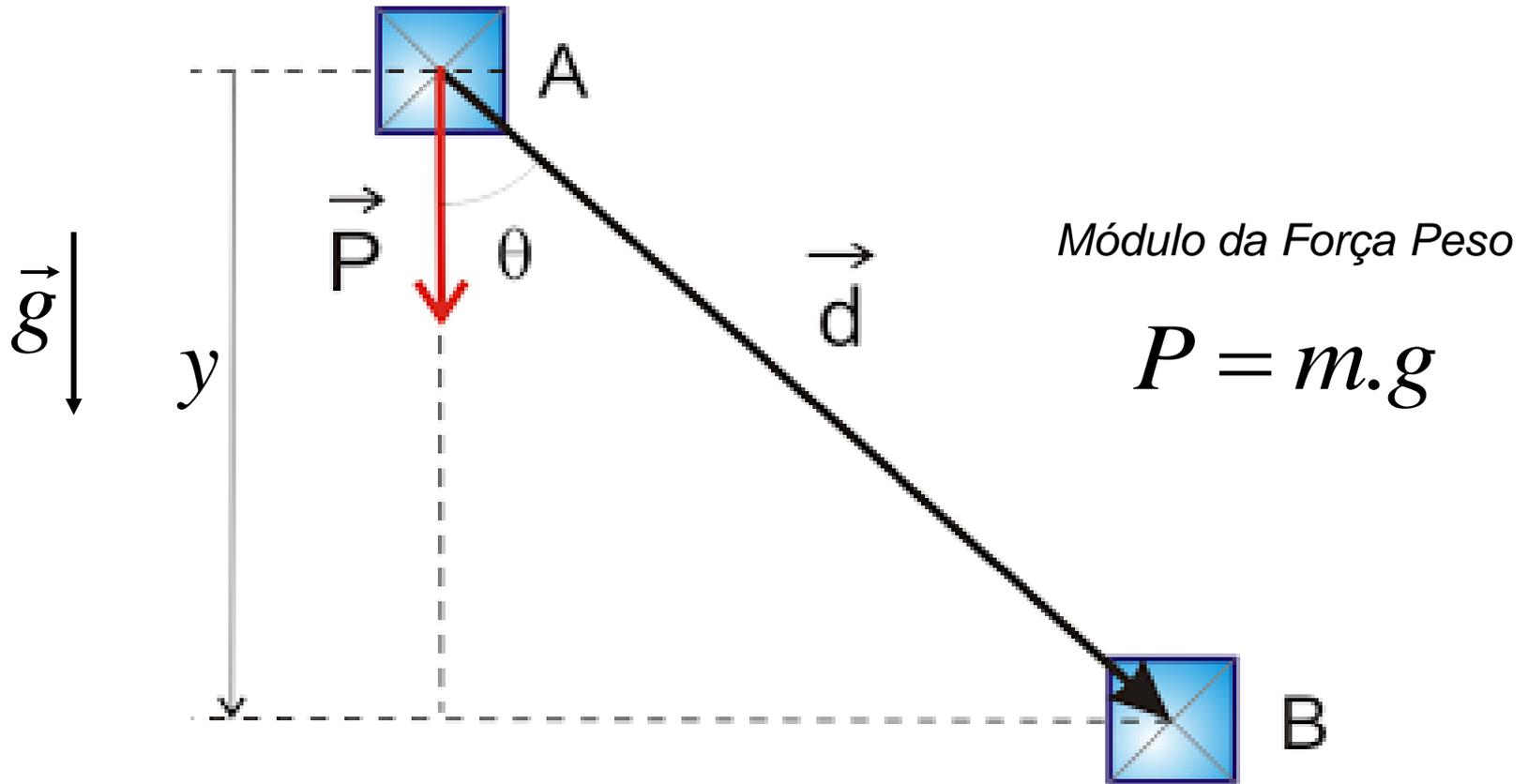
$$W_F = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$

$$[W] = [N] \cdot [m] = [J] \rightarrow (\text{joule})$$

- Quando $W > 0$, o trabalho é chamado **Motor**.
- Quando $W < 0$, o trabalho é chamado **Resistente**.



Trabalho da Força Peso



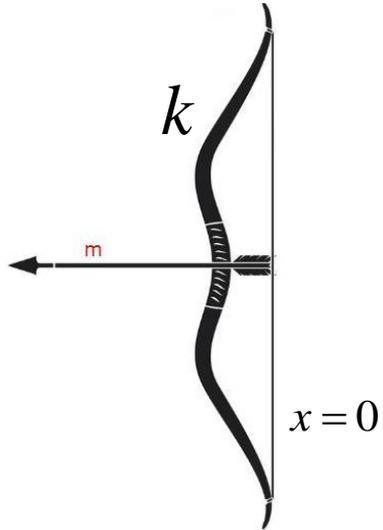
$$W_{Peso} = P.d.\cos\theta \rightarrow W_{Peso} = P.y \rightarrow W_{Peso} = m.g.y$$

, expressão válida somente para regiões com **g constante** e y é um deslocamento.

E como calcular essas energias?

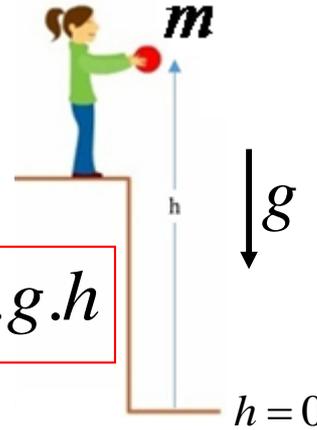
Potencial

Elástica



$$E_{\text{gravit.}} = m \cdot g \cdot h$$

Gravitacional



m → massa da bola
 g → aceleração da gravidade
 h → altura em relação ao piso

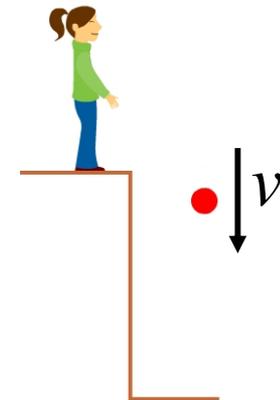
$$E_{\text{elástica}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

k → constante elástica do arco
 x → deformação do arco

Cinética



$$E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$



E como relacionar essas energias?

Lei de Conservação da Energia

“Em um sistema isolado, a energia se conserva.”

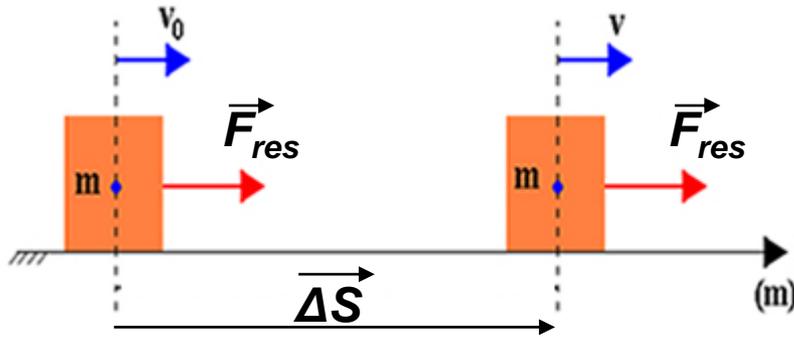
Transformação


$$(Energia)_{inicial} \neq (Energia)_{final}$$

ou

$$(E_{potencial} + E_{cinética} + \dots)_{início} = (E_{potencial} + E_{cinética} + \dots)_{final}$$

Relação do Trabalho de uma força com a Energia Cinética



$$W_F = F \cdot \Delta S \cdot \cos\alpha$$

$$W_{res} = F_{res} \cdot \Delta S \cdot \cos 0^\circ$$

$W > 0$, motor
 $W < 0$, resistente

$$W_{res} = m \cdot a \cdot \Delta S$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S \rightarrow \text{Equação de Torricelli}$$

Multiplicando os dois lados da igualdade pela massa $m \rightarrow$

$$m \cdot v^2 = m \cdot v_0^2 + m \cdot 2 \cdot a \cdot \Delta S$$

Multiplicando os dois lados da igualdade por $1/2 \rightarrow$

$$(m/2) \cdot v^2 = (m/2) \cdot v_0^2 + m \cdot a \cdot \Delta S$$

O termo $(m/2) \cdot v^2$ chama-se **Energia Cinética** $\rightarrow E_{cin} = (m/2) \cdot v^2$

$$E_{cin\ final} = E_{cin\ inicial} + W_{res}$$

Teorema da Energia Cinética
 ou
 Teorema do Trabalho/Energia

$$W_{res} = \Delta E_{cin}$$

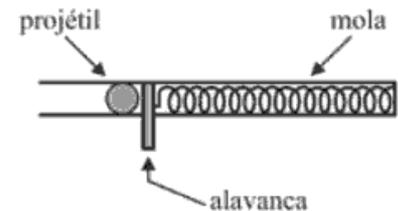
Teorema é uma proposição que pode ser demonstrada por meio de um processo lógico.

2. Qual a energia cinética de uma partícula de massa 5.000g cuja velocidade vale 72 km/h?
3. Calcule a energia cinética de um corpo de massa de 50 kg que se move a uma velocidade de 10 m/s.
4. Um veículo com 800 kg de massa está ocupado por duas pessoas, que juntas possuem 140 kg de massa. A energia cinética do conjunto veículo e passageiros é igual a 423 kJ. Calcule a velocidade do veículo.
5. Calcule a energia potencial gravitacional de um objeto com 2 kg de massa a uma altura de 10 m do solo.
6. Uma bola é arremessada verticalmente e atinge altura máxima de 20 m do solo. Sabendo que a massa da bola é de 300g, calcule a energia potencial gravitacional máxima (adote $g = 10 \text{ m/s}^2$).
7. Calcule a energia potencial elástica de uma mola ao ser comprimida de 5 cm. Constante elástica da mola vale 20 N/m.



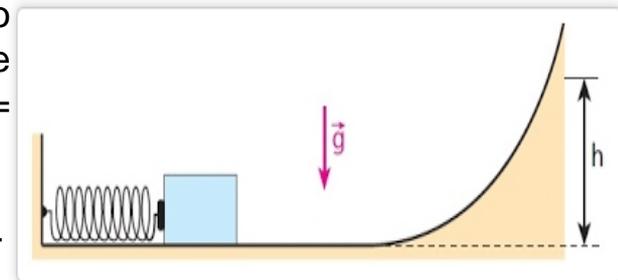
Quando o arqueiro solta a flecha, a energia potencial elástica armazenada no arco deformado vai se **transformando** em energia cinética da flecha.

8. (CESPE / POLÍCIA CIENTÍFICA – PE / 2016 / ADAPTADA) Em uma cena de crime, a equipe pericial encontrou um dispositivo cujo sistema de acionamento está apresentado na figura ao lado. Ao se puxar a alavanca, é possível comprimir a mola, de constante elástica $k = 800 \text{ N/m}$, por uma distância x , a partir do seu estado de repouso. Com base nessas informações e sabendo que o projétil provoca lesão em uma pessoa se for disparado com uma energia de pelo menos $0,16 \text{ J}$, determine, corretamente, a partir de qual valor de x um disparo desse dispositivo provoca lesão em uma pessoa. Calcule a velocidade v de saída do projétil, sabendo que sua massa vale 50g .



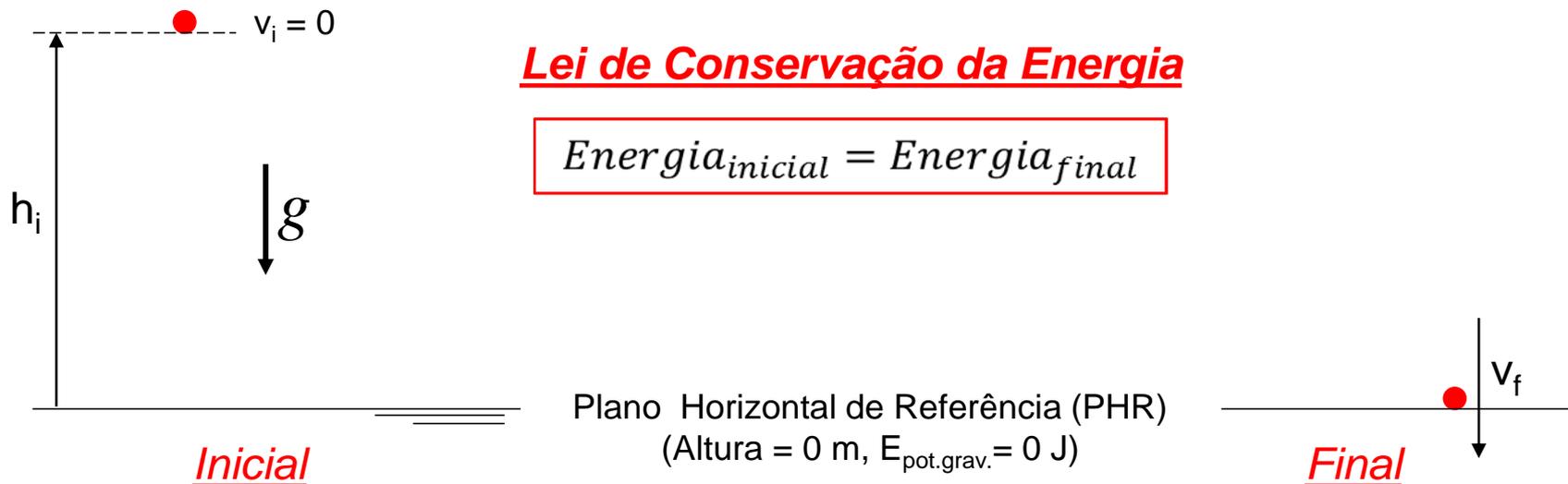
9. Determine o valor da velocidade de um objeto de $0,5 \text{ kg}$ que cai, a partir do repouso, de uma altura igual a 5 metros do solo.
10. Uma criança abandona um objeto do alto de um apartamento de um prédio residencial. Ao chegar ao solo a velocidade do objeto era de 72km/h . Admitindo o valor da gravidade como 10 m/s^2 e desprezando as forças de resistência do ar, determine a altura do lançamento do objeto.
11. Após ingerir uma barra de chocolate de valor energético igual a 500cal , um homem de 70kg resolve praticar rapel, subindo uma rocha de 15 m . Supondo que apenas a energia adquirida a partir da barra de chocolate fosse utilizada na subida, até que altura ele subiria ? Dados: $1\text{cal} = 4,2\text{J}$; gravidade = 10 m/s^2 .
12. No arranjo experimental da figura, desprezam-se o atrito e o efeito do ar.

O bloco (massa de $4,0 \text{ kg}$), inicialmente em repouso, comprime a mola ideal (constante elástica de $3,6 \times 10^3 \text{ N/m}$) de 20 cm , estando apenas encostado nela. Largando-se a mola, esta distende-se impulsionando o bloco, que atinge a altura máxima h . Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine:



- a) O módulo da velocidade do bloco imediatamente após desligar-se da mola;
- b) O valor da altura h .

9. Determine o valor da velocidade de um objeto de 0,5 kg que cai, a partir do repouso, de uma altura igual a 5 metros do solo.



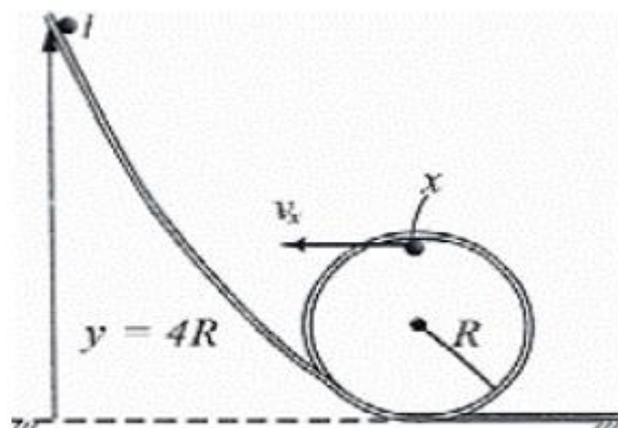
$$(E_{pot.grav.} + E_{cin})_{inicial} = (E_{pot.grav.} + E_{cin})_{final}$$

$$\left(\cancel{m} \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot \cancel{m} \cdot \overset{0}{\cancel{v}^2} \right)_{inicial} = \left(\cancel{m} \cdot g \cdot \overset{0}{\cancel{h}} + \frac{1}{2} \cdot \cancel{m} \cdot v^2 \right)_{final}$$

$$v_{final}^2 = 2 \cdot g \cdot h_{inicial}$$

$$v_{final}^2 = 2 \cdot 10 \cdot 5 \rightarrow v_f = 10 \frac{m}{s}$$

13. (UEL-PR) Uma esfera de massa m desliza, com atrito desprezível, ao longo de um trilho em laço, conforme a figura abaixo.



A esfera parte do repouso no ponto $y = 4R$ acima do nível da parte mais baixa do trilho. Calcule os valores da velocidade da esfera (v_x) e da força normal (f_N) exercida sobre a esfera, no ponto x (ponto mais alto da trajetória circular).

14. (UFSCAR-SP) Idéia para a campanha de redução de acidentes: enquanto um narrador exporia fatores de riscos nas estradas, uma câmera mostraria o trajeto de um sabonete que, a partir do repouso de um ponto sobre a borda de uma banheira, escorregaria para o interior da mesma, sofrendo um forte impacto contra a parede vertical oposta.

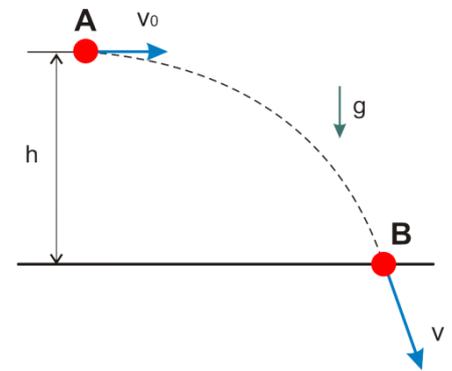


Para a realização da filmagem, a equipe técnica, conhecendo a aceleração da gravidade (10m/s^2) e desconsiderando qualquer atuação de forças contrárias ao movimento, estimou que a velocidade do sabonete, momentos antes de seu impacto contra a parede da banheira, deveria ser um valor, em m/s , mais próximo de:

- a) 1,5 b) 2,0 c) 2,5 d) 3,0 e) 3,5

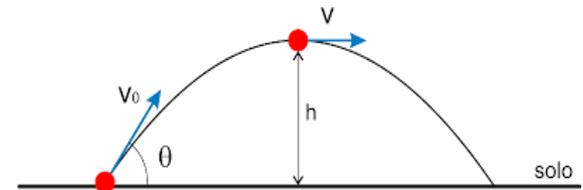
+ Exercícios

15. Uma pequena esfera é lançada horizontalmente com velocidade $v_0 = 10 \text{ m/s}$ de um local situado a 15 m do solo, suposto horizontal. Despreze a resistência do ar e adote $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcule a velocidade com que a esfera atinge o solo.

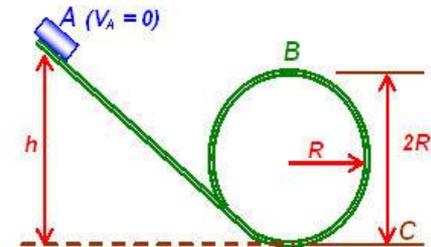


16. Uma esfera de massa $m = 0,3 \text{ kg}$ é lançada obliquamente do solo com velocidade $v_0 = 20 \text{ m/s}$, com ângulo de tiro $\theta = 60^\circ$. A altura máxima que a esfera atinge, em relação ao solo, é de 15 m . Despreze a resistência do ar e adote $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcule para o ponto de altura máxima:

- a energia cinética;
- a energia potencial gravitacional, em relação ao solo;
- a energia mecânica, em relação ao solo.

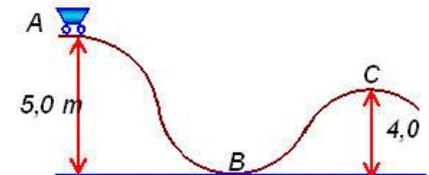


17. Um carrinho de massa 2 kg cai de altura h e descreve a trajetória conforme a figura. O raio da curva é de 16 m e a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$. Determine o menor valor de h para que ocorra o "looping". Despreze atritos e resistência do ar.

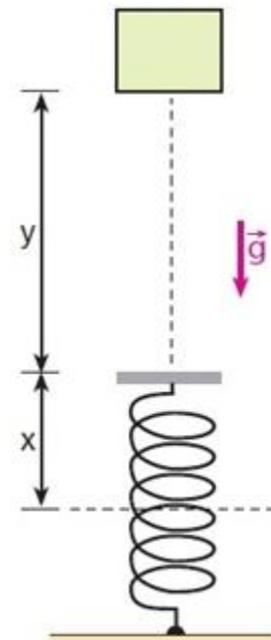


18. (Fuvest-SP) Numa montanha-russa um carrinho de 300 Kg de massa é abandonado do repouso de um ponto A, que está a 5 m de altura (dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$). Supondo-se que o atrito seja desprezível, pergunta-se:

- O valor da velocidade do carrinho no ponto B.
- A energia cinética do carrinho no ponto C, que está a $4,0 \text{ m}$ de altura.



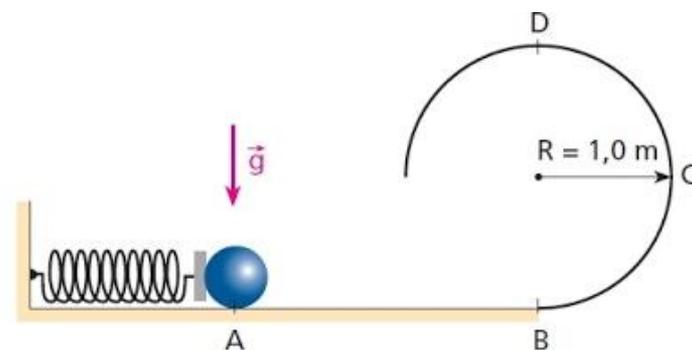
19. Um corpo de massa $1,0 \text{ kg}$ cai livremente, a partir do repouso, da altura $y = 6,0 \text{ m}$ sobre uma mola de massa desprezível e eixo vertical, de constante elástica igual a $1,0 \times 10^2 \text{ N/m}$. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando todas as dissipações de energia mecânica, calcule a máxima deformação x da mola.



20. A mola da figura abaixo possui uma constante elástica $K = 280 \text{ N/m}$ e está inicialmente comprimida de 10 cm :

Uma bola com massa de 20 g encontra-se encostada na mola no instante em que esta é abandonada. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que todas as superfícies são perfeitamente lisas, determine:

- o valor da velocidade da bola no ponto **D**;
- o valor da força que o trilho exerce na bola no ponto **D**;
- o valor da aceleração tangencial da bola quando ela passa pelo ponto **C**.



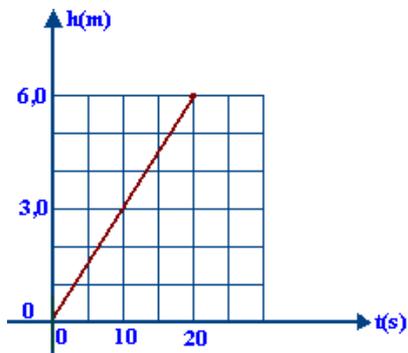
Uma medida da eficiência da transformação de energia dentro de um sistema pode ser feita através da divisão dessa energia pelo intervalo de tempo em que ela é transformada. Este conceito chama-se **Potência**.

$$\underline{\text{Potência}} \rightarrow \boxed{P = E/\Delta t} \rightarrow [P] = [J/s \text{ ou watt (W)}]$$

+ Exercícios

21. (FUVEST) Uma empilhadeira elétrica transporta do chão até uma prateleira, a uma altura de 6,0m do chão, um pacote de 120kg. O gráfico ilustra a altura do pacote em função do tempo. A potência aplicada ao corpo pela empilhadeira é:

- a) 120W
- b) 360W
- c) 720W
- d) 1,20kW
- e) 2,40kW



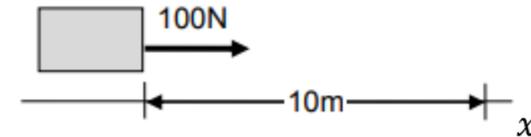
$$g = 10\text{m/s}^2$$



Exercícios

22. A figura representa um bloco sendo tracionado por uma força de 100N sobre a superfície horizontal, com atrito desprezível. Para deslocar o bloco a uma distância de 10m em 10s, é empregada uma potência de:

a) 1 W b) 10 W c) 100 W d) 1.000 W e) 10.000 W



Resolução

Trabalho de uma força = Energia transferida ao bloco

$$P = \frac{\text{Energia}}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{F \cdot \Delta x \cdot \cos \theta}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{100 \cdot 10 \cdot \cos 0^\circ}{10} \rightarrow P = 100W$$

23. (UFAC 09) Um elevador tem uma placa de advertência com a seguinte expressão: “Carga máxima: 400 kg”. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s². Suponha que esse elevador suba, com essa carga máxima, 10m em 5s. Calcule a mínima potência útil dos motores desse elevador em kW:

(A) 1

(B) 8

(C) 4

(D) 6

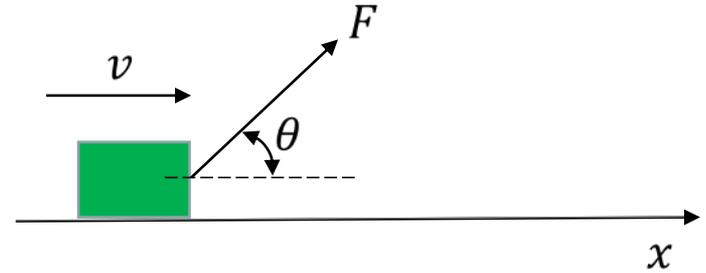
(E) 2

24. Um objeto é empurrado por uma força de intensidade 100 N que forma um ângulo de 60° com a horizontal. Sabendo que a velocidade do objeto durante a atuação da força é de 2 m/s, determine a potência média desenvolvida.

a) 50 W b) 100 W c) 150 W d) 200 W e) 250 W

24. Resolução:

Dados: $F = 100\text{N}$; $\theta = 60^\circ$; $v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$



Trabalho da força $F = \text{Energia transferida ao objeto}$

$$W_F = F \cdot \Delta x \cdot \cos \theta = E$$

$$P = \frac{E}{\Delta t} \rightarrow P = F \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot \cos \theta \rightarrow \boxed{P = F \cdot v \cdot \cos \theta}$$

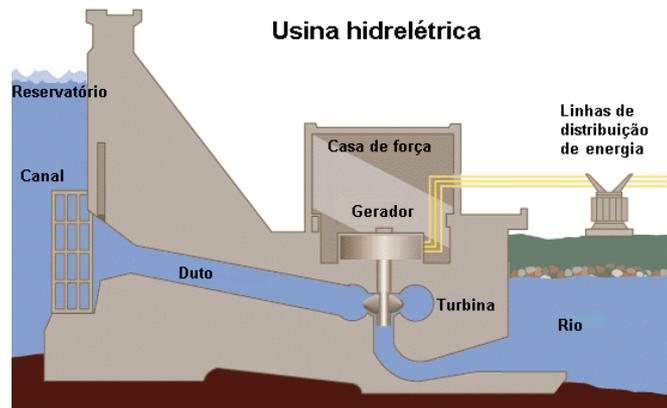
$$P = 100 \cdot 2 \cdot \cos 60^\circ$$

$$\boxed{P = 100\text{W}}$$

25. (FUVEST) Deseja-se construir uma usina hidrelétrica aproveitando uma queda d'água de 10m de altura e vazão de $1,0\text{m}^3$ por segundo. Qual a potência teórica máxima dessa usina?

Dados: densidade da água = $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
aceleração da gravidade = 10 m/s^2

- a) 16,0 W
- b) $1,00 \cdot 10^5 \text{ W}$
- c) $1,96 \cdot 10^6 \text{ W}$
- d) $2,00 \cdot 10^2 \text{ W}$
- e) $2,16 \cdot 10^3 \text{ W}$



26. (ITA) Um automóvel de massa $m = 500\text{kg}$ é acelerado uniformemente a partir do repouso até uma velocidade escalar $v_1 = 40 \text{ m/s}$ em $t_1 = 10$ segundos, em uma trajetória retilínea. Despreza-se o efeito do ar. A potência média e a potência no instante t_1 desenvolvidas pelas forças do motor de automóvel são, respectivamente:

- a) 40kW e 40kW
- b) 80kW e 40kW
- c) 40kW e zero
- d) zero e 80kW
- e) 40kW e 80kW



Fórmula E

27. Um homem comeu uma refeição que totalizou 600kcal. Ao se exercitar, o indivíduo só conseguiu queimar a energia adquirida com a refeição depois de 6h de atividade. Determine a potência aproximada desenvolvida pelo homem, em W. Dados: $1\text{cal} = 4\text{J}$; $1\text{h} = 3600 \text{ s}$; $1\text{kcal} = 1000\text{cal}$.

- a) 102
- b) 122
- c) 152
- d) 202
- e) 112



27. Resolução:

Dados: $E_{refeição} = 600kcal$; $\Delta t = 6h$; $1cal = 4J$; $1h = 3.600s$; $1kcal=1.000cal$

$$E_{refeição} = 600kcal = 600.000cal = 6 \cdot 10^5 cal$$

$$\left. \begin{array}{l} 1cal \rightarrow 4J \\ 6 \cdot 10^5 cal \rightarrow x \end{array} \right\} x = 2,4 \cdot 10^6 J \qquad \left. \begin{array}{l} 1h \rightarrow 3.600s \\ 6h \rightarrow x \end{array} \right\} x = 2,16 \cdot 10^4 s$$

$$P = \frac{E_{refeição}}{\Delta t}$$

$$P = \frac{2,4 \cdot 10^6}{2,16 \cdot 10^4}$$

$$P = 1,11 \cdot 10^2 W$$

28. (**Enem**) A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência total instalada, ela apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de $690 \text{ m}^3/\text{s}$ por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local (10 m/s^2) e a densidade da água (1.000 kg/m^3). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

Disponível em: www.itaipu.gov.br.
Acesso em: 11 maio 2013 (adaptado)

Qual é a potência, em MW, não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

- a) 0
- b) 1,18
- c) 116,96
- d) 816,96
- e) 13.183,04



29. Determine a energia consumida mensalmente por um chuveiro elétrico de potência 4000 W em uma residência onde vivem quatro pessoas que tomam, diariamente, 2 banhos de 12 min. Dê sua resposta em Kwh.

- a) 192 b) 158 c) 200 d) 300 e) 90

30. Em uma época de intenso calor, um aparelho de ar-condicionado com potência de 1.500 W ficou ligado por mais tempo, chegando à marca mensal de consumo igual a 7.500 W.h. Determine por quanto tempo esse aparelho ficou ligado por dia.

28. Resolução: Dados:
- 20 unidades geradoras
 - 14.000 MW de potência total instalada
 - $h_{\text{água}} = 118,4 \text{ m}$
 - $V_{\text{água}} = 690 \text{ m}^3/\text{s}$ (a cada segundo, escoam 690 m^3 de água, **por unidade geradora**)
 - $g = 10 \text{ m/s}^2$
 - $d_{\text{água}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$ (a cada 1 m^3 , têm-se 1.000 kg de água)

Cálculo da potência teórica, **por unidade geradora (p.u.g.)**, **por segundo**:

$$P_{\text{teórica}} = \frac{E}{\Delta t} = \frac{E_{\text{pot.grav.}}}{\Delta t} = \frac{m_{\text{água}} \cdot g \cdot h_{\text{máx}}}{1\text{s}}$$

Cálculo da massa de água, **(p.u.g.)**, **por segundo**:

$$m_{\text{água}} = V_{\text{água}} \cdot d_{\text{água}} \rightarrow m_{\text{água}} = 690 \cdot 1000 \rightarrow \boxed{m_{\text{água}} = 6,9 \cdot 10^5 \text{ kg}}$$

$$P_{\text{teórica}} = \frac{6,9 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 118,4}{1\text{s}} = 8,1696 \cdot 10^8 \text{ W}$$

$$P_{\text{teórica}} = 8,1696 \cdot 10^2 \text{ MW} \rightarrow \boxed{P_{\text{teórica}} = 816,96 \text{ MW}} \quad (\text{p.u.g.})$$

Potência não aproveitada (PNA) = Potência teórica – Potência instalada (p.u.g.)

$$PNA = 816,96 \text{ MW} - \frac{14.000}{20} \text{ MW} \rightarrow \boxed{PNA = 116,96 \text{ MW}} \quad (\text{p.u.g.})$$

Outra unidade de Energia:

$$\left. \begin{array}{l} 1h \rightarrow 3600s \\ x \leftarrow 1s \end{array} \right\} x = \frac{1}{3600}h \quad W.s \rightarrow \frac{1}{3600}W.h$$

$$W.s \rightarrow \frac{1}{3600} \cdot \frac{1000}{1000} W.h \rightarrow W.s \rightarrow \frac{1}{3.600.000} kW.h \rightarrow$$

$$1J \rightarrow \frac{1}{3,6 \cdot 10^6} kW.h$$

Prefixos - Potência de base 10

Prefixo	Símbolo	10^n	Escala curta(*)	Equivalência Decimal
Yotta	Y	10^{24}	Septilhão	1 000 000 000 000 000 000 000 000
Zetta	Z	10^{21}	Sextilhão	1 000 000 000 000 000 000 000
Exa	E	10^{18}	Quintilhão	1 000 000 000 000 000 000
Peta	P	10^{15}	Quadriilhão	1 000 000 000 000 000
Tera	T	10^{12}	Trilhão	1 000 000 000 000
Giga	G	10^9	Bilhão	1 000 000 000
Mega	M	10^6	Milhão	1 000 000
Kilo	k	10^3	Milhar	1 000
Hecto	h	10^2	Centena	100
Deca	da	10^1	Dezena	10
		10^0	Unidade	1
Deci	d	10^{-1}	Décimo	0,1
Centi	d	10^{-2}	Centésimo	0,01
Mili	m	10^{-3}	Milésimo	0,001
Micro	μ	10^{-6}	Milionésimo	0,000 001
Nano	n	10^{-9}	Bilionésimo	0,000 000 001
Pico	p	10^{-12}	Trilionésimo	0,000 000 000 001
Femto	f	10^{-15}	Quadrilionésimo	0,000 000 000 000 001
Atto	a	10^{-18}	Quintilionésimo	0,000 000 000 000 000 001
Zepto	z	10^{-21}	Sextilionésimo	0, 000 000 000 000 000 000 001
Yocto	y	10^{-24}	Septilionésimo	0,000 000 000 000 000 000 000 001

(*) A **escala curta** apresenta cada número mil vezes o seu anterior. Temos também a escala longa, em que cada termo é um milhão de vezes o seu anterior. O Brasil usa a escala curta (em que o número termina em *lhão*). Os países de língua portuguesa (exceção do Brasil) usam a escala longa (em que o número termina em *lião*).

Referências

- https://ca.wikipedia.org/wiki/Motor_de_corrent_continu
- https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Edison
- <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-5152621/Nuclear-fusion-project-hails-halfway-construction-milestone.html>
- <http://carspeakerhub.com/what-size-speakers-are-in-my-car/>
- <http://ecoa.org.br/energia-eolica-e-a-mais-promissora-para-o-brasil/>
- <https://www.hydroworld.com/articles/2014/11/marine-hydrokinetics-company-pelamis-wave-power-falls-into-administration.html>
- <https://www.vox.com/energy-and-environment/2017/1/15/14270240/geothermal-energy>
- <https://auto.ndtv.com/mahindra-cars/marazzo>
- <https://hypescience.com/fabulosa-diversidade-dos-discos-formadores-de-planetas/>
- <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/teoria-big-bang.html>
- <https://theconversation.com/curious-kids-if-a-star-explodes-will-it-destroy-earth-105127>
- <http://www.cdcc.usp.br/cda/sessao-astronomia/seculoxx/textos/a-evolucao-estelar.html>
- <https://comocalcular.com.br/exercicios/energiacineticaexerciciosresolvidos/>
- <https://comocalcular.com.br/exercicios/energia-potencial-exercicios-resolvidos/>
- <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-conservacao-energia-mecanica.html>
- <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/como-resolver-exercicios-conservacao-energia-mecanica.html>
- <http://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/dinamica/energia-mecanica/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-energia-mecanica/>
- <https://sites.google.com/site/experimentun/3alista-de-exercicios---consercacao-de-energia>
- <https://exercicios.mundoeducacao.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-potencia-eletrica.htm>