

VESTIBULAR

UEM VERÃO 2008

Prova 3 – Física

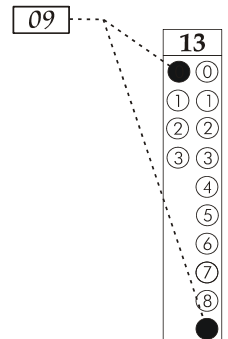
QUESTÕES OBJETIVAS

Nº DE ORDEM:
NOME DO CANDIDATO:

Nº DE INSCRIÇÃO:

INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA

- Confira os campos Nº DE ORDEM, Nº DE INSCRIÇÃO e NOME, conforme o que consta na etiqueta fixada em sua carteira.
- Confira se o número do gabarito deste caderno corresponde ao constante na etiqueta fixada em sua carteira. Se houver divergência, avise, imediatamente, o fiscal.
- É proibido folhear o caderno de provas antes do sinal, às 9 horas.
- Após o sinal, confira se este caderno contém 40 questões objetivas (20 de cada matéria) e/ou qualquer tipo de defeito. Qualquer problema, avise, imediatamente, o fiscal.
- O tempo mínimo de permanência na sala é de 1h e 30min após o início da prova.
- No tempo destinado a esta prova (4 horas), está incluído o de preenchimento da Folha de Respostas.
- Transcreva as respostas deste caderno para a Folha de Respostas. A resposta será a soma dos números associados às alternativas corretas. Para cada questão, preencha sempre dois alvéolos: um na coluna das dezenas e um na coluna das unidades, conforme exemplo ao lado: questão 13, resposta 09 (soma das alternativas 01 e 08).
- Se desejar, transcreva as respostas deste caderno no Rascunho para Anotação das Respostas constante nesta prova e destaque-o, para retirá-lo hoje, nesta sala, no horário das 13h15min às 13h30min, mediante apresentação do documento de identificação do candidato. Após esse período, não haverá devolução.
- Ao término da prova, levante o braço e aguarde atendimento. Entregue ao fiscal este caderno, a Folha de Respostas e o Rascunho para Anotação das Respostas.



Corte na linha pontilhada.

RASCUNHO PARA ANOTAÇÃO DAS RESPOSTAS

Nº DE ORDEM:

NOME:

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20



UEM – Comissão Central do Vestibular Unificado

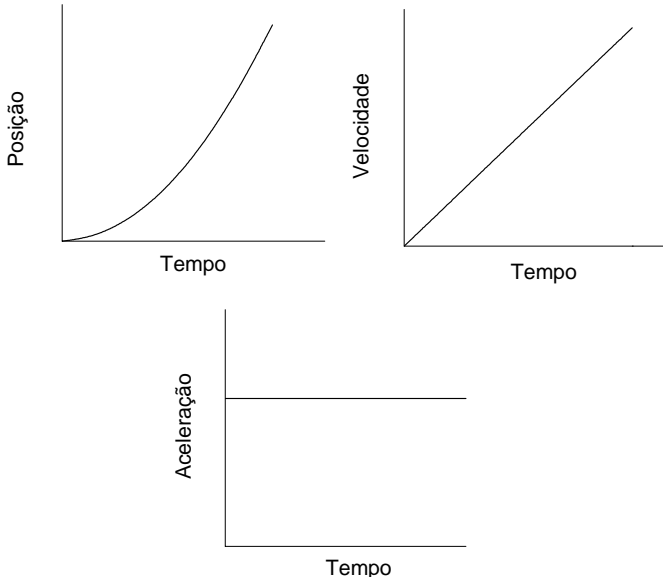
GABARITO 1

FÍSICA

Questão 01

Um corpo de massa 10,0 kg inicia seu movimento a partir do repouso e, após 10,0 s, sua velocidade é 20,0 m/s. Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

- 01) Se o corpo realiza um movimento retilíneo uniforme, sua velocidade é constante e igual a 20,0 m/s.
- 02) Se o corpo realiza um movimento retilíneo uniformemente variado, sua aceleração é constante e igual a 1,0 m/s².
- 04) Se o corpo realiza um movimento retilíneo uniformemente variado até o instante $t = 10,0$ s, ele percorreu 100,0 m.
- 08) Se o corpo realiza um movimento retilíneo uniformemente variado até o instante $t = 5,0$ s, sua velocidade atinge 15,0 m/s.
- 16) Os gráficos abaixo descrevem, qualitativamente, o movimento do corpo, quando esse realiza um movimento uniformemente variado.



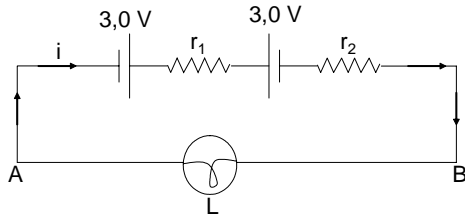
Questão 02

Considere um feixe de luz se propagando no ar e incidindo sobre a face de um bloco de vidro. Considere a velocidade de propagação da luz no ar igual a $3,0 \times 10^8$ m/s e o índice de refração do ar igual a 1,0. Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

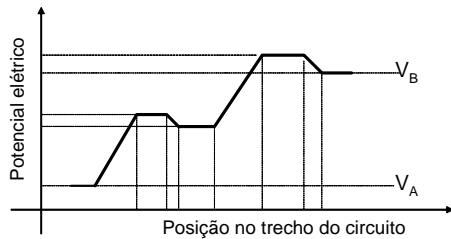
- 01) Se, ao atravessar o vidro, o feixe de luz se aproximar da normal, podemos inferir que o índice de refração do vidro é menor que o índice de refração do ar.
- 02) Se o ângulo de incidência for 45° e o ângulo de refração for 30° , a velocidade da luz no vidro será aproximadamente $2,12 \times 10^8$ m/s.
- 04) Ao passar para o vidro, a velocidade e o comprimento de onda da luz são alterados.
- 08) O feixe de luz, ao atravessar o vidro, sofre uma interferência interna total.
- 16) O índice de refração informa quantas vezes a velocidade da luz propagando no vidro é menor que no vácuo.

Duas pilhas, cada uma com força eletromotriz 3,0 V e com resistência interna 1,0 Ω, são conectadas para acender uma lâmpada com valores nominais de 4,8 V e 0,6 A. Considere que valores menores que os nominais não acendem a lâmpada e maiores que esses vão queimá-la. Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

01) Para que a lâmpada acenda, as pilhas devem ser associadas em série, conforme esquema do circuito elétrico abaixo.



02) O gráfico abaixo representa as variações do potencial em um circuito elétrico projetado para fazer a lâmpada acender.



- 04) A potência dissipada na lâmpada é 2,88 W.
- 08) A força eletromotriz equivalente do circuito adequado para acender a lâmpada é 1,2 V.
- 16) Para que a lâmpada acenda, as pilhas devem ser conectadas em paralelo.

Questão 04

Duas polias, A e B, de raios $R_1 = 10$ cm e $R_2 = 20$ cm, giram acopladas por uma correia de massa desprezível que não desliza, e a polia A gira com uma frequência de rotação de 20 rpm. Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

- 01) A velocidade de qualquer ponto P da correia é aproximadamente 0,21 m/s.
- 02) A frequência angular de rotação da polia B é 2,0 rad/s.
- 04) A razão entre as frequências de rotação das polias A e B é 2.
- 08) O período de rotação da polia A é 3,0 s.
- 16) A aceleração centrípeta experimentada por uma partícula de massa m , colocada na extremidade da polia A (borda mais externa), é maior do que se a mesma partícula fosse colocada na extremidade da polia B.

Questão 05

Considere um capacitor de placas paralelas com vácuo entre as placas. Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**. Considere a permissividade elétrica no vácuo $\epsilon_0 = 8,9 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$.

- 01) No capacitor, os valores nominais (C e V) especificam a capacidade e a máxima diferença de potencial que esse suporta sem romper sua rigidez dielétrica.
- 02) Quando o capacitor está completamente carregado, o campo elétrico entre as placas do capacitor é nulo.
- 04) Para um capacitor com placas de área $S = 150,0 \text{ cm}^2$ e uma distância entre elas de 0,5 mm, a capacidade do capacitor é $26,7 \times 10^{-11} \text{ F}$.
- 08) Se ligarmos o capacitor a uma bateria, a carga máxima que pode ser armazenada no mesmo depende da diferença de potencial fornecida pela bateria.
- 16) A carga máxima que pode ser armazenada em um capacitor com valores nominais de $10,0 \times 10^{-12} \text{ F}$ e 5 V é $5,0 \times 10^{-11} \text{ C}$ e a energia potencial acumulada no capacitor, nessa condição, é $2,5 \times 10^{-9} \text{ J}$.

Questão 06

Considere um chuveiro elétrico que possui uma chave com três posições (desligado, verão e inverno) para controlar a temperatura da água, ligado à rede elétrica de 110 V de uma residência. Considere que o chuveiro tenha um único resistor, que funciona como um reostato. Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

- 01) Ao colocar a chave na posição inverno, a diferença de potencial nos terminais da resistência do chuveiro é aumentada, o que faz aumentar a temperatura da água.
- 02) Ao colocar a chave na posição inverno, é aumentado o comprimento do resistor, aumentando a temperatura da água.
- 04) Ao colocar a chave na posição desligado, é fechado o circuito entre o pólo positivo e negativo da rede elétrica.
- 08) Ao colocar a chave na posição verão, a potência dissipada no resistor é maior que na posição inverno.
- 16) Se aumentar a sessão reta do resistor, a potência dissipada nas duas posições inverno e verão irá aumentar.

Questão 07

Um projétil é lançado horizontalmente do alto de um rochedo de 490,0 m de altura, com uma velocidade inicial de 30,0 m/s. Considere $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e assinale o que for **correto**.

- 01) O projétil alcança o solo a uma distância horizontal de 580,0 m de seu ponto de lançamento.
- 02) No eixo x , o objeto descreve um movimento retilíneo uniforme, com $a = 0,0 \text{ m/s}^2$, e, no eixo y , um movimento retilíneo uniformemente variado, com uma aceleração de $9,8 \text{ m/s}^2$, na direção vertical e no sentido de cima para baixo.
- 04) Em $t = 5,0$ s, o objeto encontra-se nas coordenadas $x = 150,0$ m e $y = 367,5$ m.
- 08) Em $t = 5,0$ s, o objeto possui uma velocidade vertical de módulo 30,0 m/s.
- 16) Após o lançamento, o objeto alcança o solo em $t = 30,0$ s.

Projéteis de 100,0 g são disparados por uma metralhadora presa a um dispositivo que, efetuando uma força mensurável e regulável, impede que a arma recue quando a metralhadora é acionada. A velocidade de saída dos projéteis é 100,0 m/s. Despreze a resistência do ar e considere $g = 10,0 \text{ m/s}^2$. Assinale o que for **correto**.

- 01) Se a força exercida pelo dispositivo que prende a arma for 50,0 N, a metralhadora disparará 5 balas por segundo.
- 02) Se a força exercida pelo dispositivo que prende a arma for 50,0 N, o conjunto de projéteis disparados possuirá uma energia cinética de 5000,0 J.
- 04) Um atirador aciona a metralhadora e dispara 5 balas contra um bloco de madeira de massa 99,5 kg, inicialmente em repouso sobre uma superfície plana e sem atrito. Se todos os projéteis ficarem incrustados no interior do bloco, sua velocidade, ao final dos disparos, será 1,0 m/s.
- 08) Um atirador aciona a metralhadora e dispara 5 balas contra um bloco de madeira de massa 99,5 kg, inicialmente em repouso sobre uma superfície plana e com coeficiente de atrito cinético 0,0625. Se todos os projéteis ficarem incrustados no interior do bloco, ele percorrerá uma distância de 0,2 m sobre a superfície até parar.
- 16) Se dispararmos somente um projétil de 100,0 g dessa metralhadora contra um pêndulo balístico de massa 49,9 kg e esse permanecer incrustado no interior do pêndulo, o pêndulo sofrerá uma elevação de aproximadamente 9,0 cm.

Questão 09

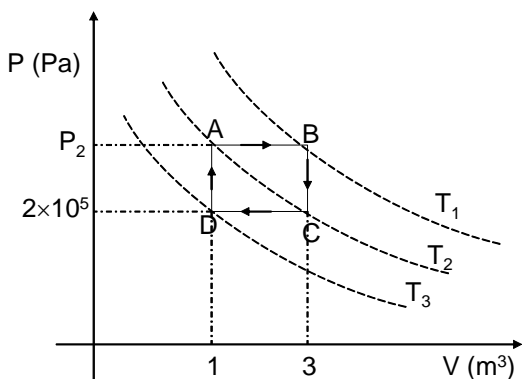
Rascunho

Com relação aos espelhos planos e aos espelhos esféricos, assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

- 01) A imagem formada por qualquer espelho é sempre virtual.
- 02) A imagem formada por um espelho esférico côncavo, quando o objeto está entre o vértice e o foco do espelho, é menor, virtual e direita.
- 04) A equação de conjugação de espelhos esféricos é válida apenas quando as condições de estigmatismo ocorrem.
- 08) Um espelho esférico côncavo concentra grande energia luminosa no foco, quando a fonte luminosa situada no eixo do espelho e em frente ao mesmo se encontra no infinito.
- 16) Um objeto real de 3,0 cm de altura é posicionado no eixo principal de um espelho esférico côncavo de raio de curvatura igual a 40,0 cm. Quando o objeto está a 30,0 cm do vértice, a imagem é ampliada em 2 vezes e se forma a 60,0 cm do vértice.

Questão 10

O diagrama pressão \times volume abaixo ilustra a transformação cíclica que 1,0 mol de gás ideal sofre. Analisando o gráfico, assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.



- 01) O gás sofre as transformações termodinâmicas, seguindo o ciclo de Carnot.
- 02) A variação da energia interna do gás quando passa do estado A para o estado C seguindo o caminho ABC é maior do que quando segue o caminho ADC, em um processo inverso.
- 04) A pressão em B é 6×10^5 Pa.
- 08) O trabalho realizado no ciclo fechado é 8×10^5 J.
- 16) A variação da energia interna para ir de D para A se deve à variação da quantidade de calor.

Questão 11

Um corpo, solto próximo à superfície da Terra, está sujeito à ação da força gravitacional oriunda da interação Terra-corpo. Com base nessa afirmação, assinale o que for **correto**.

- 01) A força de reação, devido à atração gravitacional que a Terra exerce sobre o corpo, é a força de natureza gravitacional com que o corpo atrai a Terra.
- 02) O campo gravitacional da Terra é representado pelo vetor campo gravitacional \vec{g} , que pode ser considerado constante quando medido ao nível do mar.
- 04) A terceira lei de Kepler estabelece que o quadrado do período de revolução de um planeta em órbita do Sol é diretamente proporcional ao cubo do raio médio de sua órbita.
- 08) Se colocarmos o corpo sobre uma mesa, ao nível do mar, a força de reação à força peso do corpo será a força normal originada do contato entre o corpo e a mesa.
- 16) Um corpo colocado ora na superfície da Terra ora na superfície da Lua apresentará o mesmo peso e a mesma massa.

Questão 12

Uma pista de corrida circular possui um raio de 250 m. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

- 01) Se a pista possuir um ângulo de inclinação com a horizontal de 45° , a velocidade máxima que um piloto pode imprimir a uma moto de corridas de massa 200 kg, para que a mesma se mantenha na trajetória circular sem se importar com o atrito entre os pneus da moto e a pista é 50 m/s.
- 02) Se a pista possuir um ângulo de inclinação com a horizontal de 45° , a força centrípeta experimentada por uma moto de corridas de 200 kg, quando essa corre na pista a uma velocidade de 50 m/s, é 3000 N, sem depender da força de atrito.
- 04) Se a pista não for inclinada e o coeficiente de atrito estático entre os pneus da moto e a pista for 0,36, a máxima velocidade com que a moto de massa 200 kg poderá circular nessa pista será 30 m/s.
- 08) Se a pista não for inclinada, a força centrípeta experimentada por uma moto de 200 kg, que corre nessa pista com uma velocidade de 20 m/s, é 380 N.
- 16) Se a pista possuir um ângulo de inclinação com a horizontal, a velocidade máxima com a qual uma moto pode circular dependerá do raio da pista.

Questão 13

Com relação aos instrumentos sonoros, assinale o que for **correto**.

- 01) A frequência de vibração do som emitido por uma coluna de ar em um tubo sonoro é diretamente proporcional ao comprimento de onda da onda sonora.
- 02) Em um instrumento de corda, a frequência das ondas sonoras que as cordas emitem é diretamente proporcional ao comprimento da corda.
- 04) Nos instrumentos de sopro, é possível controlar a velocidade do som.
- 08) A frequência de vibração do som em tubos sonoros é controlada pelo comprimento da coluna de ar vibrante no tubo.
- 16) A onda sonora produzida por um instrumento de sopro é transversal.

Questão 14

Uma espira circular ligada a um amperímetro é posicionada perpendicularmente a um campo magnético. Assinale o que for **correto**.

- 01) Se a espira for mantida em repouso e o campo magnético uniforme, então será observada uma corrente elétrica no circuito.
- 02) Se o fluxo magnético variar no tempo, será observado o surgimento de uma força eletromotriz induzida na espira.
- 04) Se o campo magnético variar no tempo, não será observado o surgimento de uma corrente elétrica induzida na espira.
- 08) Quando há uma força eletromotriz induzida na espira, a primeira lei da termodinâmica é violada.
- 16) Para uma espira de 0,1 m de raio, imersa em um campo magnético uniforme de 0,2 T de intensidade e posicionada perpendicularmente ao mesmo, o fluxo magnético que a atravessa é $2 \times 10^{-3} \pi$ Wb.

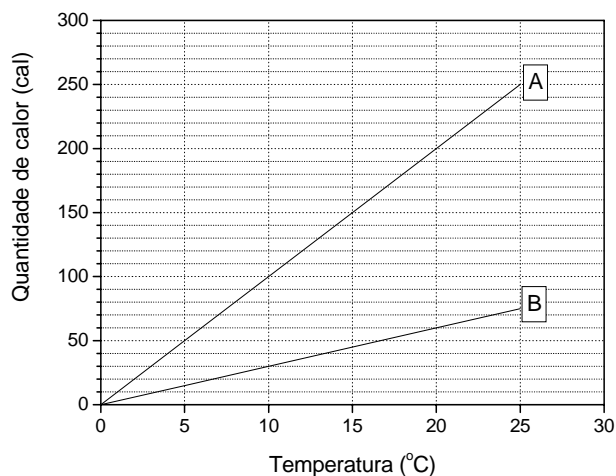
Questão 15

Um feixe de luz branca incide sobre uma rede de difração de 2000 linhas por centímetro. Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

- 01) A dispersão (largura do espectro) produzida por uma rede de difração depende da largura de cada fenda.
- 02) A luz, ao atravessar a rede de difração, sofre uma refração.
- 04) A espessura das fendas é $0,4 \times 10^{-3}$ m.
- 08) O ângulo da franja brilhante de primeira ordem da luz na região da cor ultravioleta será menor que o ângulo da franja brilhante de primeira ordem da luz na região da cor vermelha.
- 16) O seno do ângulo da franja brilhante de primeira ordem para o comprimento de onda $\lambda = 6,0 \times 10^{-7}$ m será 0,12.

Questão 16

O gráfico abaixo ilustra a variação da quantidade de calor em função da variação da temperatura para duas substâncias diferentes. Analise o gráfico e assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.



- 01) Se A e B tiverem massas idênticas, a capacidade térmica de A é maior que a capacidade térmica de B.
- 02) A capacidade térmica das substâncias depende da massa das mesmas.
- 04) A capacidade térmica de B é 3,0 cal/°C.
- 08) Se os calores específicos das substâncias forem os mesmos, a massa de B é maior que a de A.
- 16) Para aquecer a substância A de 10,0 °C para 20,0 °C em 10 minutos, a fonte de calor fornece potência a uma taxa constante de 10,0 cal/min.

Questão 17

Um béquer é preenchido com 1,0 kg de água até o volume de 1,0 litro. Considere o valor da pressão atmosférica $1,01 \times 10^5$ Pa e $g = 9,8$ m/s². Assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

- 01) A pressão em um ponto p situado 5,0 cm abaixo da superfície do líquido é, aproximadamente, $1,01 \times 10^5$ Pa.
- 02) Se colocarmos uma pedra de gelo de $1,0$ cm³ e densidade $0,58$ g/cm³ no interior do béquer, ela afundará.
- 04) Se colocarmos uma pedra de gelo de $1,0$ cm³ e densidade $0,58$ g/cm³ no interior do béquer, ela estará sujeita a um empuxo de $10,5 \times 10^{-1}$ N.
- 08) Se colocarmos uma pedra de gelo de $1,0$ cm³ e densidade $0,58$ g/cm³ no interior do béquer, o volume de líquido deslocado será $0,35$ cm³.
- 16) Se aquecermos o líquido no interior do béquer à temperatura de $50,0$ °C, sua densidade diminuirá e seu volume aumentará.

Questão 18

Um bloco de massa 1,0 kg é solto do ponto mais alto de um plano inclinado de 30° e a 2,5 m de altura, ambos em relação a horizontal. Considere $g = 10,0$ m/s² e assinale o que for **correto**.

- 01) Se não houver atrito entre o bloco e a superfície do plano inclinado, o bloco atinge a base do plano a uma velocidade de 10,0 m/s.
- 02) O módulo da força de reação normal do plano inclinado é igual ao módulo da força peso do bloco.
- 04) Se houver atrito entre o bloco e a superfície do plano inclinado, com coeficiente de atrito cinético 0,2, o trabalho realizado pela força de atrito será $\sqrt{3}$ J.
- 08) Se há atrito entre o bloco e a superfície do plano inclinado, há conservação de energia mecânica.
- 16) A força resultante que age sobre o bloco e o faz se deslocar sobre o plano inclinado quando não há atrito entre o bloco e a superfície do plano é igual a $mg\cos(30^\circ)$.

Questão 19

Um bloco de 20,0 Kg, colocado sobre uma superfície plana e rugosa, é puxado na direção do eixo x com velocidade constante de 1,0 m/s, por uma força $\vec{F} = 100,0$ N, que faz um ângulo de 30° com a horizontal. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é 0,593. Considere $g = 9,8$ m/s² e assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

- 01) O peso do bloco é 196 N.
02) A força de atrito cinético entre o bloco e a superfície é 196 N.
04) O trabalho realizado pela componente da força \vec{F} na direção x , quando o bloco é puxado 5,0 m, é 500 J.
08) A energia cinética do bloco é 10 J.
16) O trabalho realizado pela força de atrito quando o bloco é puxado 5,0 m é, aproximadamente, - 433 J.

Questão 20

Em relação à condução de calor em sólidos e em líquidos, assinale a(s) alternativa(s) **correta(s)**.

- 01) Devido às diferenças dos coeficientes de dilatação dos metais, o termostato é formado por duas lâminas do mesmo metal.
02) O termômetro de mercúrio funciona adequadamente bem devido ao fato de o coeficiente de dilatação do mercúrio ser muito menor que o coeficiente de dilatação do vidro.
04) A dilatação volumétrica (ΔV) de um sólido depende somente do coeficiente de dilatação volumétrico do sólido.
08) Uma lâmina quadrada de alumínio, com coeficiente de dilatação superficial igual a $4,8 \times 10^{-5}$ °C⁻¹ e de 10,0 cm de lado, quando aquecida de 0,0 °C a 20,0 °C, sofre uma dilatação superficial de 0,096 cm².
16) A densidade de uma esfera metálica aumenta quando a esfera é aquecida.

Rascunho

FÍSICA – Formulário e Constantes Físicas

FORMULÁRIO		CONSTANTES FÍSICAS
$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$\rho = \frac{m}{V}$	$G = 6,6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$
$v = v_0 + at$	$p = \frac{F}{A}$	$k_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$
$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$	$p = p_0 + \rho gh$	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm} / \text{A}$
$\vec{F}_R = m\vec{a}$	$E = \rho Vg$	$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
$F = m \frac{v^2}{r}$	$L = L_0(1 + \alpha\Delta t)$	$\rho_{\text{água}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$
$\vec{P} = m\vec{g}$	$L = L_0(1 + \alpha\Delta t)$	$c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
$f_a = \mu N$	$L = L_0(1 + \alpha\Delta t)$	$c_{\text{vapor d'água}} = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
$W = Fd \cos \theta$	$Q = mL$	$L_{F(\text{água})} = 80 \text{ cal/g}$
$E_c = \frac{1}{2} mv^2$	$pV = nRT$	$L_{V(\text{água})} = 540 \text{ cal/g}$
$E_p = mgh$	$Q = mc\Delta t$	$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$
$E_p = \frac{1}{2} kx^2$	$\Phi = \frac{KA}{L}(T_2 - T_1)$	$R = 0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}}$
$W = \Delta E_c$	$\Delta Q = W + \Delta U$	$1 \text{ atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
$\vec{p} = m\vec{v}$	$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$	$T^2 = kr^3$
$I = F\Delta t = \Delta p$	$W = p\Delta V$	$f_n = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$
$\tau = \pm Fd \sin \theta$	$R = \frac{W}{Q_1}$	
$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$	$F = qvB \sin \theta$	
$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$	$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	
$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$	$\vec{F} = q\vec{E}$	
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$	
	$V = Ed$	
	$W_{AB} = qV_{AB}$	
	$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	
	$V = Ri$	
	$R = \rho \frac{L}{A}$	
	$V = Ri$	
	$P = Vi = Ri^2 = \frac{V^2}{R}$	
	$V = \epsilon - ri$	
	$F = BiL \sin \theta$	
	$C = \frac{k\epsilon_0 A}{d}$	
	$C = \frac{q}{\Delta V}$	
	$U = \frac{1}{2} C(\Delta V)^2$	
	$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$	
	$B = \frac{\mu_0 i}{2R}$	
	$\phi_B = BS \cos \theta$	
	$\phi_B = Li$	
	$U_B = \frac{1}{2} Li^2$	
	$\epsilon = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$	
	$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$	
	$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$	
	$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$	
	$m = -\frac{p'}{p}$	
	$v = \lambda f$	
	$E = mc^2$	
	$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	