1. (Fuvest 2015) O sistema de *airbag* de um carro é formado por um sensor que detecta rápidas diminuições de velocidade, uma bolsa inflável e um dispositivo contendo azida de sódio (NaN_3) e outras substâncias secundárias. O sensor, ao detectar uma grande desaceleração, produz uma descarga elétrica que provoca o aquecimento e a decomposição da azida de sódio. O nitrogênio (N_2) liberado na reação infla rapidamente a bolsa, que, então, protege o motorista. Considere a situação em que o carro, inicialmente a $36\ km/h$ $(10\ m/s)$, dirigido por um motorista de $60\ kg$, para devido a uma colisão frontal.

a) Nessa colisão, qual é a variação ΔE da energia cinética do motorista?

b) Durante o $0,2\ s$ da interação do motorista com a bolsa, qual é o módulo α da aceleração média desse motorista?

c) Escreva a reação química de decomposição da azida de sódio formando sódio metálico e nitrogênio gasoso.

d) Sob pressão atmosférica de $1\ atm$ e temperatura de $27\ °C$, qual é o volume V de gás nitrogênio formado pela decomposição de $65\ g$ de azida de sódio?

Note e adote:

Desconsidere o intervalo de tempo para a bolsa inflar;
Ao término da interação com a bolsa do *airbag*, o motorista está em repouso;
Considere o nitrogênio como um gás ideal;
Constante universal dos gases: $R = 0,08\ atm\ l/(mol\ K)$;
$0\ °C = 273\ K$.

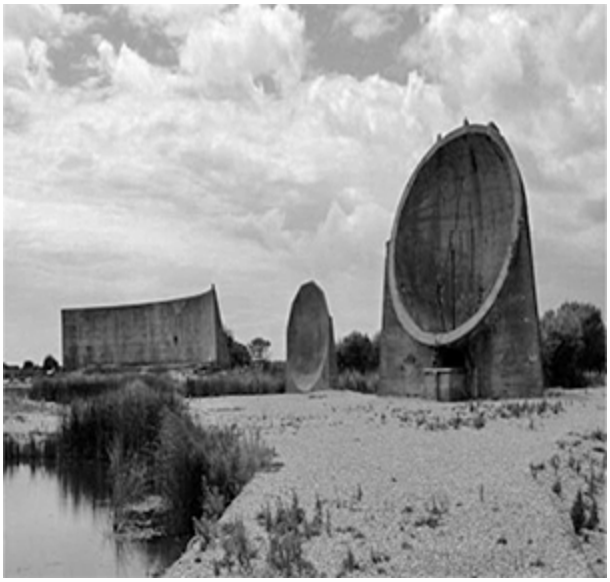
Elemento	**Massa atômica** (g/mol)
sódio	23
nitrogênio	14

2. (Uemg 2015) A velocidade é uma grandeza que relaciona a distância percorrida e o tempo gasto para percorrê-la. A aceleração é uma grandeza que mede a rapidez com que a velocidade varia. Mais rápido, mais lento, são percepções sensoriais. Tentamos medir com relógios tais variações e nos rebelamos, quando elas não concordam com a nossa percepção. Dizemos *nunca* com muita facilidade, dizemos *sempre* com muita facilidade, como se fôssemos fiéis a um momento. “Mas o outro já está olhando para o lado.” (LUFT, 2014)
O que é constante e imutável num momento não será mais no momento seguinte. Uma velocidade, num momento, pode não ser a mesma num momento seguinte.

Assinale a situação em que o móvel apresenta maior valor (positivo ou negativo) de aceleração:
a) O móvel estava a $50\ m/s$ e manteve essa velocidade durante $2,0\ s$.
b) O móvel estava a $20\ m/s$ e, em $10\ s$, aumentou a sua velocidade para $40\ m/s$.
c) O móvel estava a $10\ m/s$ e, em $2,0\ s$, diminuiu sua velocidade para zero.
d) O móvel estava a $40\ m/s$ e, em $10\ s$, diminuiu sua velocidade para zero.

3. (Pucpr 2015) Nas regiões sul e nordeste do litoral da Inglaterra, existem construções em concreto em forma de refletores acústicos que foram utilizadas durante as décadas de 1920 e 1930 para a detecção de aeronaves inimigas. O som produzido pelas aeronaves é refletido pela superfície parabólica e concentrado no ponto de foco, onde um vigia ou um microfone captava o som. Com o desenvolvimento de aeronaves mais rápidas e de sistemas de radares, os refletores tornaram-se obsoletos. Suponha que um vigia posicionado no centro de um

refletor comece a escutar repentinamente o ruído de um avião inimigo que se aproxima em missão de ataque. O avião voa a uma velocidade constante de $540\ km/h$ numa trajetória reta coincidente com o eixo da superfície parabólica do refletor. Se o som emitido pelo motor do avião demora $30{,}0\ s$ para chegar ao refletor, a que distância o avião se encontra do refletor no instante em que o vigia escuta o som? Considere que a velocidade do som no ar é de $340\ m/s$.



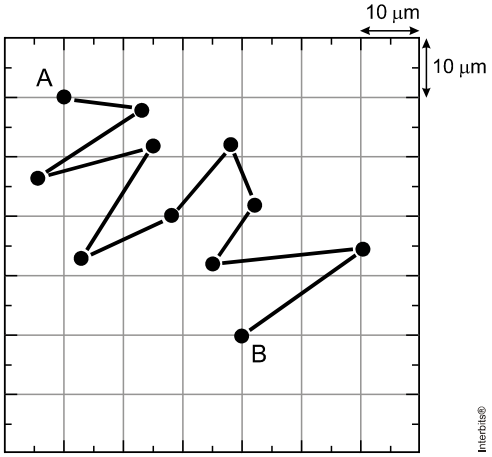
Fonte: Wikimedia Commons

a) $10{,}2\ km$.
b) $4{,}50\ km$.
c) $14{,}7\ km$.
d) $5{,}70\ km$.
e) $6{,}00\ km$.

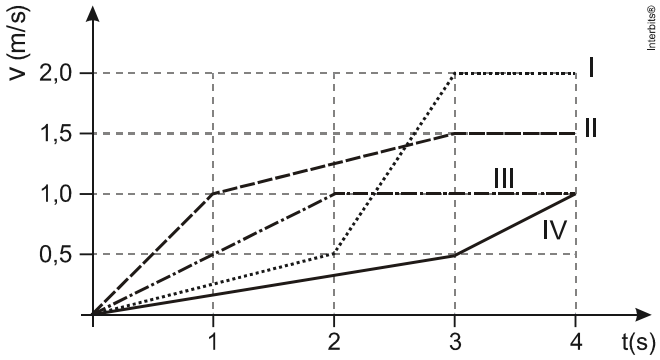
4**.** (Unicamp 2015) Movimento browniano é o deslocamento aleatório de partículas microscópicas suspensas em um fluido, devido às colisões com moléculas do fluido em agitação térmica.

a) A figura abaixo mostra a trajetória de uma partícula em movimento browniano em um líquido após várias colisões. Sabendo-se que os pontos negros correspondem a posições da partícula a cada $30s$, qual é o módulo da velocidade média desta partícula entre as posições A e B?

b) Em um de seus famosos trabalhos, Einstein propôs uma teoria microscópica para explicar o movimento de partículas sujeitas ao movimento browniano. Segundo essa teoria, o valor eficaz do deslocamento de uma partícula em uma dimensão é dado por $l = \sqrt{2\,D\,t}$, onde t é o tempo em segundos e $D = kT/r$ é o coeficiente de difusão de uma partícula em um determinado fluido, em que $k = 3 \times 10^{-18}\ m^3/sK$, T é a temperatura absoluta e r é o raio da partícula em suspensão. Qual é o deslocamento eficaz de uma partícula de raio $r = 3\mu m$ neste fluido a $T = 300K$ após 10 minutos?



5. (Uerj 2015) Em uma pista de competição, quatro carrinhos elétricos, numerados de I a IV, são movimentados de acordo com o gráfico $v \times t$ a seguir.



O carrinho que percorreu a maior distância em 4 segundos tem a seguinte numeração:
a) I
b) II
c) III
d) IV

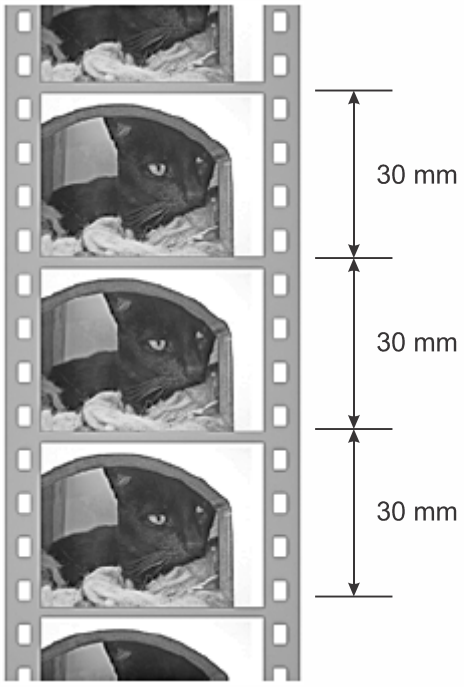
6. (Ufrgs 2015) Em 2014, comemoraram-se os 50 anos do início da operação de trens de alta velocidade no Japão, os chamados trens-bala. Considere que um desses trens desloca-se com uma
velocidade constante de $360\,km/h$ sobre trilhos horizontais. Em um trilho paralelo, outro trem desloca-se também com velocidade constante de $360\,km/h$, porém em sentido contrário.

Nesse caso, o módulo da velocidade relativa dos trens, em m/s. é Igual a
a) 50.
b) 100.
c) 200.
d) 360.
e) 720.

7. (Ufsc 2015) Dois amigos, Tiago e João, resolvem iniciar a prática de exercícios físicos a fim de melhorar o condicionamento. Tiago escolhe uma caminhada, sempre com velocidade escalar constante de $0{,}875\,m/s$, $300\,m$ na direção norte e, em seguida, $400\,m$ na direção leste. João prefere uma leve corrida, $800\,m$ na direção oeste e, em seguida, $600\,m$ na direção sul, realizando o percurso com velocidade média de módulo $1{,}25\,m/s$. Eles partem simultaneamente do mesmo ponto.

De acordo com o exposto acima, é CORRETO afirmar que:
01) o módulo da velocidade média de Tiago é $0,625\,m/s$.
02) Tiago e João realizam seus percursos em tempos diferentes.
04) o deslocamento de Tiago é de $700\,m$.
08) a velocidade escalar média de João é de $1,75\,m/s$.
16) o módulo do deslocamento de João em relação a Tiago é $1500\,m$.
32) a velocidade de João em relação a Tiago é de $0,625\,m/s$.

8. (G1 - cps 2015)



Se hoje um filme pode ser armazenado na forma de um arquivo digital, no passado, ele só podia existir na forma de rolos, contendo uma grande quantidade de fotogramas, conforme figura. Para causar a impressão de continuidade, esses fotogramas eram projetados um por um, a uma velocidade de 24 fotogramas por segundo.
Se a cada $30\,mm$ da fita de um filme existe um único fotograma, em uma animação de 3 minutos de duração, a fita terá um comprimento aproximado, em metros, de
a) 70.
b) 90.
c) 130.
d) 150.
e) 220.

9. (Uemg 2015) O tempo é um rio que corre. O tempo não é um relógio. Ele é muito mais do que isso. O tempo passa, quer se tenha um relógio ou não.
Uma pessoa quer atravessar um rio num local onde a distância entre as margens é de $50\,m$.
Para isso, ela orienta o seu barco perpendicularmente às margens.
Considere que a velocidade do barco em relação às águas seja de $2,0\,m/s$ e que a correnteza tenha uma velocidade de $4,0\,m/s$.

Sobre a travessia desse barco, assinale a afirmação CORRETA:
a) Se a correnteza não existisse, o barco levaria $25\,s$ para atravessar o rio. Com a correnteza, o barco levaria mais do que $25\,s$ na travessia.

b) Como a velocidade do barco é perpendicular às margens, a correnteza não afeta o tempo de travessia.
c) O tempo de travessia, em nenhuma situação, seria afetado pela correnteza.
d) Com a correnteza, o tempo de travessia do barco seria menor que $25\,s$, pois a correnteza aumenta vetorialmente a velocidade do barco.

10. (Ufrgs 2015) Trens MAGLEV, que têm como princípio de funcionamento a suspensão eletromagnética, entrarão em operação comercial no Japão, nos próximos anos. Eles podem atingir velocidades superiores a $550\,km/h$. Considere que um trem, partindo do repouso e movendo-se sobre um trilho retilíneo, é uniformemente acelerado durante $2,5$ minutos até atingir $540\,km/h$.

Nessas condições, a aceleração do trem, em m/s^2, é

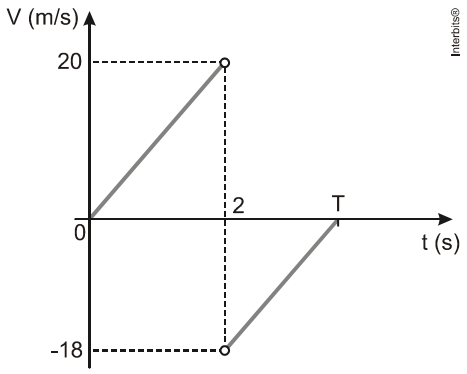
a) $0,1$.
b) 1.
c) 60.
d) 150.
e) 216.

11. (Unicamp 2015) A Agência Espacial Brasileira está desenvolvendo um veículo lançador de satélites (VLS) com a finalidade de colocar satélites em órbita ao redor da Terra. A agência pretende lançar o VLS em 2016, a partir do Centro de Lançamento de Alcântara, no Maranhão.

a) Considere que, durante um lançamento, o VLS percorre uma distância de $1200km$ em $800s$. Qual é a velocidade média do VLS nesse trecho?

b) Suponha que no primeiro estágio do lançamento o VLS suba a partir do repouso com aceleração resultante constante de módulo a_R. Considerando que o primeiro estágio dura $80s$, e que o VLS percorre uma distância de $32km$, calcule a_R.

12. (Unesp 2015) Uma esfera de borracha de tamanho desprezível é abandonada, de determinada altura, no instante $t = 0$, cai verticalmente e, depois de $2\,s$, choca-se contra o solo, plano e horizontal. Após a colisão, volta a subir verticalmente, parando novamente, no instante T, em uma posição mais baixa do que aquela de onde partiu. O gráfico representa a velocidade da esfera em função do tempo, considerando desprezível o tempo de contato entre a esfera e o solo.



Desprezando a resistência do ar e adotando $g = 10\,m/s^2$, calcule a perda percentual de energia mecânica, em J, ocorrida nessa colisão e a distância total percorrida pela esfera, em m, desde o instante $t = 0$ até o instante T.

13. (Uerj 2015) Uma ave marinha costuma mergulhar de uma altura de 20 m para buscar alimento no mar.

Suponha que um desses mergulhos tenha sido feito em sentido vertical, a partir do repouso e exclusivamente sob ação da força da gravidade.
Desprezando-se as forças de atrito e de resistência do ar, a ave chegará à superfície do mar a uma velocidade, em m/s, aproximadamente igual a:
a) 20
b) 40
c) 60
d) 80

14**.** (Ufsm 2015) A castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) é fonte de alimentação e renda das populações tradicionais da Amazônia. Sua coleta é realizada por extrativistas que percorrem quilômetros de trilhas nas matas, durante o período das chuvas amazônicas. A castanheira é uma das maiores árvores da floresta, atingindo facilmente a altura de $50\,m.$ O fruto da castanheira, um ouriço, tem cerca de $1\,kg$ e contém, em média, 16 sementes. Baseando-se nesses dados e considerando o valor padrão da aceleração da gravidade $9{,}81\,m/s^2$, pode-se estimar que a velocidade com que o ouriço atinge o solo, ao cair do alto de uma castanheira, é de, em $m/s,$ aproximadamente,
a) $5{,}2.$
b) $10{,}1.$
c) $20{,}4.$
d) $31{,}3.$
e) $98{,}1.$

15**.** (Fuvest 2015) Uma criança com uma bola nas mãos está sentada em um “gira-gira” que roda com velocidade angular constante e frequência $f = 0{,}25\,Hz.$
a) Considerando que a distância da bola ao centro do “gira-gira” é $2\,m,$ determine os módulos da velocidade $\vec{v}_T$ e da aceleração $\vec{a}$ da bola, em relação ao chão.

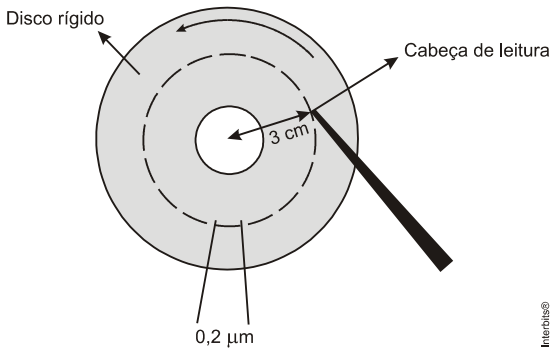
Num certo instante, a criança arremessa a bola horizontalmente em direção ao centro do “gira-gira”, com velocidade $\vec{v}_R$ de módulo $4\,m/s,$ em relação a si.

Determine, para um instante imediatamente após o lançamento,
b) o módulo da velocidade $\vec{U}$ da bola em relação ao chão;
c) o ângulo θ entre as direções das velocidades $\vec{U}$ e $\vec{v}_R$ da bola.

Note e adote:
$\pi = 3$

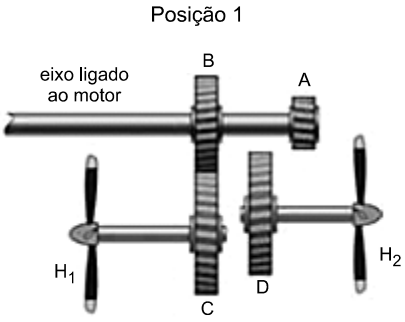
16**.** (Unicamp 2015) Considere um computador que armazena informações em um disco rígido que gira a uma frequência de $120\,Hz.$ Cada unidade de informação ocupa um comprimento físico de $0{,}2\,\mu m$ na direção do movimento de rotação do disco. Quantas informações magnéticas passam, por segundo, pela cabeça de leitura, se ela estiver posicionada a $3\,cm$ do centro de seu eixo, como mostra o esquema simplificado apresentado abaixo?

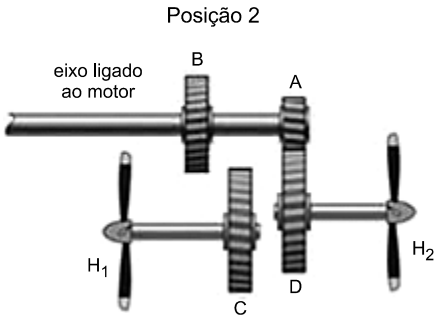
(Considere $\pi \approx 3.$)



a) $1{,}62 \times 10^6$.
b) $1{,}8 \times 10^6$.
c) $64{,}8 \times 10^8$.
d) $1{,}08 \times 10^8$.

17. (Unesp 2015) A figura representa, de forma simplificada, parte de um sistema de engrenagens que tem a função de fazer girar duas hélices, H_1 e H_2. Um eixo ligado a um motor gira com velocidade angular constante e nele estão presas duas engrenagens, A e B. Esse eixo pode se movimentar horizontalmente assumindo a posição 1 ou 2. Na posição 1, a engrenagem B acopla-se à engrenagem C e, na posição 2, a engrenagem A acopla-se à engrenagem D. Com as engrenagens B e C acopladas, a hélice H_1 gira com velocidade angular constante ω_1 e, com as engrenagens A e D acopladas, a hélice H_2 gira com velocidade angular constante ω_2.





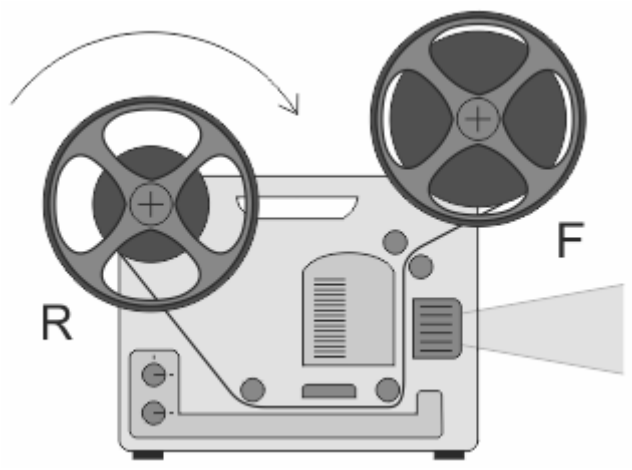
(http://carros.hsw.uol.com.br. Adaptado.)

Considere r_A, r_B, r_C, e r_D, os raios das engrenagens A, B, C e D, respectivamente. Sabendo que $r_B = 2 \times r_A$ e que $r_C = r_D$, é correto afirmar que a relação $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ é igual a

a) $1{,}0$.
b) $0{,}2$.

c) $0,5$.
d) $2,0$.
e) $2,2$.

18**.** (G1 - cps 2015) Em um antigo projetor de cinema, o filme a ser projetado deixa o carretel F, seguindo um caminho que o leva ao carretel R, onde será rebobinado. Os carretéis são idênticos e se diferenciam apenas pelas funções que realizam.
Pouco depois do início da projeção, os carretéis apresentam-se como mostrado na figura, na qual observamos o sentido de rotação que o aparelho imprime ao carretel R.

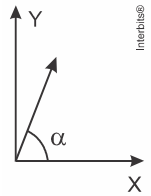


Nesse momento, considerando as quantidades de filme que os carretéis contêm e o tempo necessário para que o carretel R dê uma volta completa, é correto concluir que o carretel F gira em sentido
a) anti-horário e dá mais voltas que o carretel R.
b) anti-horário e dá menos voltas que o carretel R.
c) horário e dá mais voltas que o carretel R.
d) horário e dá menos voltas que o carretel R.
e) horário e dá o mesmo número de voltas que o carretel R.

19**.** (Uerj 2015) Em uma área onde ocorreu uma catástrofe natural, um helicóptero em movimento retilíneo, a uma altura fixa do chão, deixa cair pacotes contendo alimentos. Cada pacote lançado atinge o solo em um ponto exatamente embaixo do helicóptero.

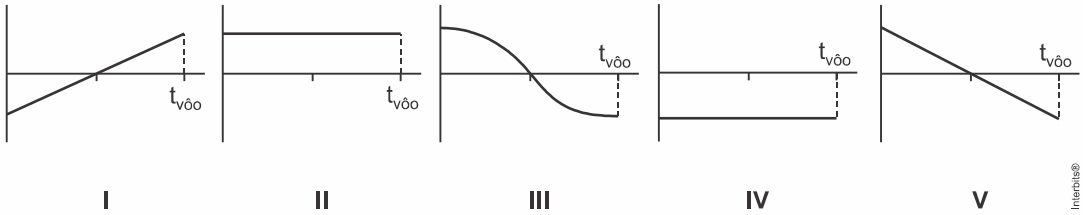
Desprezando forças de atrito e de resistência, pode-se afirmar que as grandezas velocidade e aceleração dessa aeronave são classificadas, respectivamente, como:
a) variável − nula
b) nula − constante
c) constante − nula
d) variável − variável

20**.** (Ufrgs 2015) Em uma região onde a aceleração da gravidade tem módulo constante, um projétil é disparado a partir do solo, em uma direção que faz um ângulo α com a direção horizontal, conforme representado na figura abaixo.



Assinale a opção que, desconsiderando a resistência do ar, indica os gráficos que melhor

representam, respectivamente, o comportamento da componente horizontal e o da componente vertical, da velocidade do projétil, em função do tempo.



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

21**.** (Uel 2015) Observe o aspersor de impulso para jardim representado na figura a seguir.

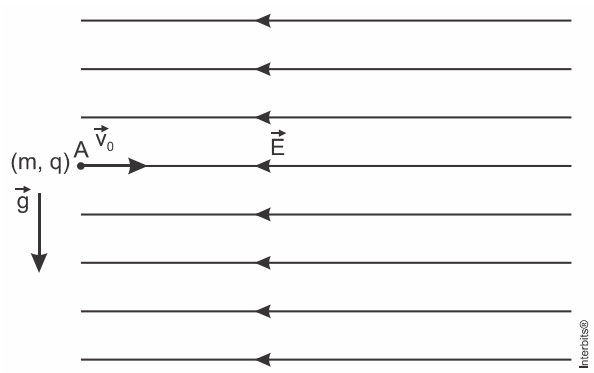
Esse aparelho possui um orifício circular de saída de $2\ mm$ de diâmetro, e seu bico faz um ângulo de $30°$ com a horizontal. Esse aspersor, quando colocado em funcionamento, fica no nível do chão e lança o jato de água em um movimento parabólico que alcança o chão a uma distância de $3m.$ Considere que a velocidade da água na mangueira até o aspersor é desprezível, com relação à velocidade de saída da água do aparelho, e que a velocidade de saída da água do aspersor é $v.$ Despreze a resistência do ar.

Dados: densidade da água $p = 1000\dfrac{kg}{m^3}$; $\cos(30°) = 0{,}87$; $\text{sen}(30°) = 0{,}5$;

pressão atmosférica $= 1{,}01 \times 10^5 Pa$; $g = 10\dfrac{m}{s^2}$.

Com base no enunciado, calcule
a) a velocidade de saída da água do aspersor;
b) a diferença de pressão necessária para o jato de água alcançar os 3 m. Justifique sua resposta apresentando todos os cálculos realizados.

22**.** (Pucpr 2015) Uma carga pontual de $8\ \mu C$ e $2\ g$ de massa é lançada horizontalmente com velocidade de $20\ m/s$ num campo elétrico uniforme de módulo $2{,}5\ kN/C,$ direção e sentido conforme mostra a figura a seguir. A carga penetra o campo por uma região indicada no ponto A, quando passa a sofrer a ação do campo elétrico e também do campo gravitacional, cujo módulo é $10\ m/s^2,$ direção vertical e sentido de cima para baixo.



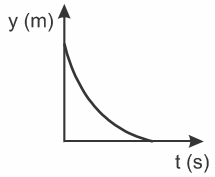
Ao considerar o ponto A a origem de um sistema de coordenadas xOy, as velocidades v_x e v_y quando a carga passa pela posição $x = 0$, em m/s, são:

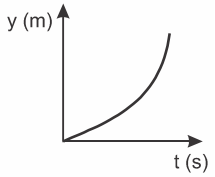
a) $(-10, -10)$.
b) $(-20, -40)$
c) $(0, -80)$.
d) $(16, 50)$.
e) $(40, 10)$.

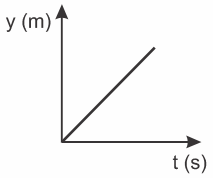
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Leia o texto a seguir e responda à(s) próxima(s) questão(ões).

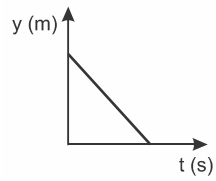
Nas origens do estudo sobre o movimento, o filósofo grego Aristóteles (384/383-322 a.C.) dizia que tudo o que havia no mundo pertencia ao seu lugar natural. De acordo com esse modelo, a terra apresenta-se em seu lugar natural abaixo da água, a água abaixo do ar, e o ar, por sua vez, abaixo do fogo, e acima de tudo um local perfeito constituído pelo manto de estrelas, pela Lua, pelo Sol e pelos demais planetas. Dessa forma, o modelo aristotélico explicava o motivo pelo qual a chama da vela tenta escapar do pavio, para cima, a areia cai de nossas mãos ao chão, e o rio corre para o mar, que se encontra acima da terra. A mecânica aristotélica também defendia que um corpo de maior quantidade de massa cai mais rápido que um corpo de menor massa, conhecimento que foi contrariado séculos depois, principalmente pelos estudos realizados por Galileu, Kepler e Newton.

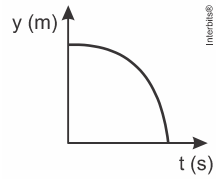
23**.** (Uel 2015) Com o avanço do conhecimento científico acerca da queda livre dos corpos, assinale a alternativa que indica, corretamente, o gráfico de deslocamento versus tempo que melhor representa esse movimento em regiões onde a resistência do ar é desprezível.

a)


b)


c)


d) 

e) 

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Se precisar, utilize os valores das constantes aqui relacionadas.

Constante dos gases: $R = 8\,J/(mol \times K)$.
Pressão atmosférica ao nível do mar: $P_0 = 100\,kPa$.
Massa molecular do $CO_2 = 44\,u$.
Calor latente do gelo: $80\,cal/g$.
Calor específico do gelo: $0{,}5\,cal/(g \times K)$.
$1\,cal = 4 \times 10^7\,erg$.
Aceleração da gravidade: $g = 10{,}0\,m/s^2$.

24**.** (Ita 2015) Uma pequena esfera metálica, de massa m e carga positiva q, é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial v_0 em uma região onde há um campo elétrico de módulo E, apontado para baixo, e um gravitacional de módulo g, ambos uniformes. A máxima altura que a esfera alcança é

a) $\frac{v^2}{2g}$.

b) $\frac{qe}{mv_0}$.

c) $\frac{v_0}{qmE}$.

d) $\frac{mv_0^2}{2(qE + mg)}$.

e) $\sqrt{\frac{3mEqv_0}{8g}}$.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:
Recentemente, uma equipe de astrônomos afirmou ter identificado uma estrela com dimensões comparáveis às da Terra, composta predominantemente de diamante. Por ser muito frio, o astro, possivelmente uma estrela anã branca, teria tido o carbono de sua composição cristalizado em forma de um diamante praticamente do tamanho da Terra.

25**.** (Unicamp 2015) Os astrônomos estimam que a estrela estaria situada a uma distância $d = 9{,}0 \times 10^{18}\,m$ da Terra. Considerando um foguete que se desloca a uma velocidade $v = 1{,}5 \times 10^4\,m/s$, o tempo de viagem do foguete da Terra até essa estrela seria de

$(1\,\text{ano} \approx 3{,}0 \times 10^{7}\ \text{s})$

a) 2.000 anos.

b) 300.000 anos.

c) 6.000.000 anos.

d) 20.000.000 anos.

26**.** (Unicamp 2015) Considerando que a massa e as dimensões dessa estrela são comparáveis às da Terra, espera-se que a aceleração da gravidade que atua em corpos próximos à superfície de ambos os astros seja constante e de valor não muito diferente. Suponha que um corpo abandonado, a partir do repouso, de uma altura $h = 54\ \text{m}$ da superfície da estrela, apresente um tempo de queda $t = 3{,}0\ \text{s}.$ Desta forma, pode-se afirmar que a aceleração da gravidade na estrela é de

a) $8{,}0\ \text{m/s}^2$.

b) $10\ \text{m/s}^2$.

c) $12\ \text{m/s}^2$.

d) $18\ \text{m/s}^2$.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Considere os dados abaixo para resolver a(s) questão(ões) quando for necessário.

Constantes físicas

Aceleração da gravidade: $g = 10\,\text{m/s}^2$

Densidade da água: $r = 1{,}0\,\text{g/cm}^3$

27**.** (G1 - cftmg 2015) Uma garota lança uma pedra verticalmente para cima. Sendo $a,$ o módulo da aceleração e $v,$ o módulo da velocidade da mesma, no ponto mais alto de sua trajetória, é correto afirmar que v é _____ a (de) zero, se a for _____ a (de) zero.

Os termos que completam de forma correta e, respectivamente, as lacunas são
a) igual, igual
b) igual, diferente
c) diferente, igual
d) diferente, diferente

Gabarito:

Resposta da questão 1:
[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]
Dados: $m = 60\ \text{kg};\ v = 0;\ v_0 = 10\ \text{m/s};\ \Delta t = 0,2\ \text{s}.$

a) A variação da energia cinética (ΔE) é:

$$\Delta E = E - E_0 = \frac{m}{2}\left(v^2 - v_0^2\right) = \frac{60}{2}\left(0^2 - 10^2\right) \Rightarrow \Delta E = -3.000\ \text{J}.$$

b) Calculando o módulo da aceleração:

$$|a| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|0-10|}{0,2} \Rightarrow |a| = 50\ \text{m/s}^2.$$

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]
c) Reação química de decomposição da azida de sódio formando sódio metálico e nitrogênio gasoso: $2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$.

d) Cálculo do volume V de gás nitrogênio formado pela decomposição de $65\ \text{g}$ de azida de sódio sob pressão atmosférica de $1\ \text{atm}$ e temperatura de $27\ °\text{C}$:

$NaN_3 = 65$
$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$
$2 \times 65\ \text{g}$ ———— 3 mols
$65\ \text{g}$ ———— $1,5$ mol
$T = 27 + 273 = 300\ \text{K}$
$R = 0,08\ \text{atm.l.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
$P \times V = n \times R \times T$
$1 \times V = 1,5 \times 0,08 \times 300$
$V_{N_2} = 36\ \text{L}$

Resposta da questão 2:
[C]

Calculando o módulo da aceleração escalar em cada caso:

$$|a| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} \Rightarrow \left\{\begin{array}{l} |a_1| = 0\ (\text{v constante}) \\ |a_2| = \dfrac{|40-20|}{10} = 2\ \text{m/s}^2 \\ |a_3| = \dfrac{|0-10|}{2} = 5\ \text{m/s}^2 \\ |a_4| = \dfrac{|0-40|}{10} = 4\ \text{m/s}^2 \end{array}\right\rangle \Rightarrow \boxed{|a_{máx}| = 5\ \text{m/s}^2.}$$

Resposta da questão 3:
[D]

A distância em que o avião se encontra do refletor no instante em que o vigia escuta o seu som é dado pelo tempo que a onda sonora chega a ele descontando a distância percorrida pelo avião no mesmo tempo que a onda leva para chegar ao seu destino.

Distância percorrida pelo som (d_s) até o observador no momento inicial $t = 0\,s$.

$d_s = v_s \times t$ (1)

Onde:

$v_s =$ velocidade do som no ar (340 m/s) e

$t =$ tempo para a onda sonora chegar ao observador.

E a distância que o avião percorre enquanto a onda sonora se desloca até o observador é dada por equação semelhante:

$d_a = v_a \times t$ (2)

Onde:

$d_a =$ distância percorrida pelo avião no tempo t,

$v_a =$ velocidade do avião (m/s)

Sendo, $v_a = 540\,\frac{km}{h} \times \frac{1h}{3600\,s} \times \frac{1000\,m}{1km} = 150\,\frac{m}{s}$

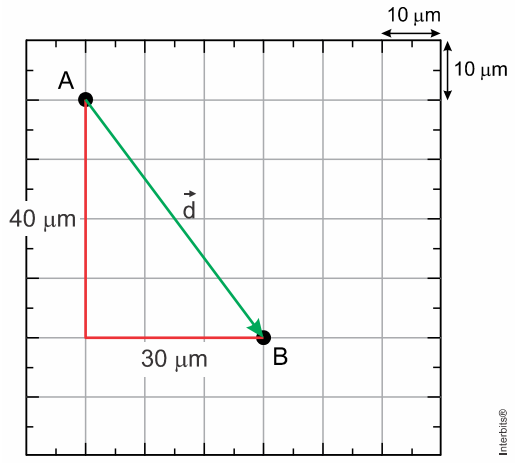
Fazendo a diferença das equações (1) e (2) temos a distância do observador d_o ao avião no momento em que ele escuta o som.

$d_o = (v_s - v_a) \times t$

Resposta da questão 4:

a) Como não foi especificado velocidade **escalar** média, trata-se de velocidade **vetorial** média, pois velocidade é uma grandeza vetorial.

A figura mostra o deslocamento vetorial $(\vec{d})$ entre os pontos *A* e *B*.



O módulo (d) desse deslocamento é:

$d^2 = 40^2 + 30^2 \Rightarrow d = 50\ \mu m = 50 \times 10^{-6}$ m.

Na figura dada, contamos 10 deslocamentos sucessivos entre *A* e *B*. Assim:

$\Delta t = 10 \times 30 \Rightarrow \Delta t = 300$ s.

Então:

$$|\vec{v}_m| = \frac{d}{\Delta t} = \frac{50 \times 10^{-6}}{300} \Rightarrow |\vec{v}_m| \cong 1{,}67 \times 10^{-7} \text{ m/s.}$$

b) Dados: $l = \sqrt{2\,D\,t}$; $D = kT/r$; $k = 3\times10^{-18}\ m^3/sK$; $r = 3\ \mu m = 3\times10^{-6}\ m$; $T = 300\ K$;
$\Delta t = 10\ min = 600\ s$.
Combinando as expressões dadas e substituindo os valores, vem:

$$l = \sqrt{2\,\frac{k\,T}{r}\,t} \Rightarrow l = \sqrt{2\,\frac{3\times10^{-18}\times300}{3\times10^{-6}}\times600} \Rightarrow \boxed{l = 6\times10^{-4}\ m.}$$

Resposta da questão 5:
[B]

No gráfico $v\times t$, a distância percorrida é obtida pela "área" entre a linha do gráfico e o eixo dos tempos. Calculando cada uma delas:

$$\begin{cases} D_I = \dfrac{2\times0,5}{2} + \dfrac{(2+0,5)\,1}{2} + 1\times2 = 0,5+1,25+2 = 3,75\ m. \\[2ex] D_{II} = \dfrac{1\times1}{2} + \dfrac{(1,5+1)\,2}{2} + 1,5\times1 = 0,5+2,5+1,5 = 4,5\ m. \\[2ex] D_{III} = \dfrac{2\times1}{2} + 2\times1 = 1+2 = 3\ m. \\[2ex] D_{IV} = \dfrac{3\times0,5}{2} + \dfrac{(0,5+1)\,1}{2} = 0,75+0,75 = 1,5\ m. \end{cases}$$

Resposta da questão 6:
[C]

Em movimentos de sentidos opostos, o módulo da velocidade relativa é igual a soma dos módulos das velocidades.

$$|v_{rel}| = |v_1| + |v_2| = 360+360 = 720\ km/h = \frac{720}{3,6} m/s \Rightarrow$$

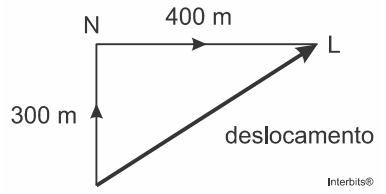
$$\boxed{|v_r| = 200\ m/s.}$$

Resposta da questão 7:
01 + 08 + 16 = 25.

[01] (Verdadeira) O tempo gasto por Tiago foi

$$t = \frac{d}{v} = \frac{700\,m}{0,875\,\frac{m}{s}} = 800\,s$$

Mas como a velocidade média indica o deslocamento do móvel com o tempo



Pelo teorema de Pitágoras tiramos o deslocamento $\Delta \vec{s}$

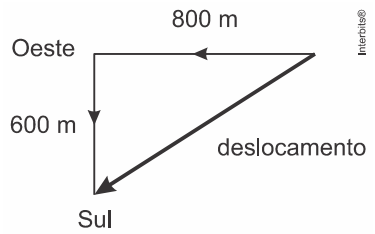
$\Delta \vec{s} = 500\,m$

Calculando a velocidade média:

$$|\vec{v}_m| = \frac{|\Delta \vec{s}|}{\Delta t} = \frac{500\,m}{800\,s} = 0,625\,\frac{m}{s}$$

[02] (Falsa) O deslocamento de João usando Pitágoras será:

$\Delta \vec{s} = 1000\,m$



O tempo gasto no percurso de João é:

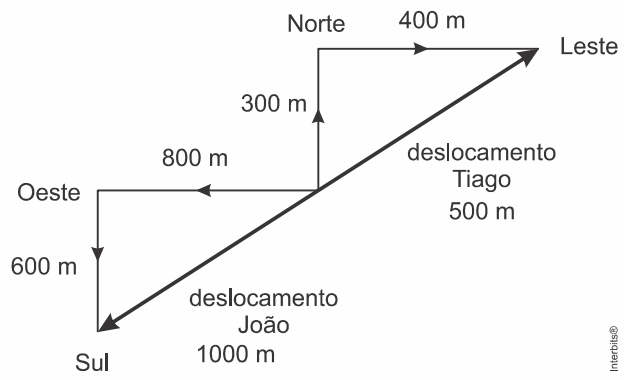
$$t = \left|\frac{\Delta \vec{s}}{\vec{v}_m}\right| = \frac{1000\,m}{1,25\,\frac{m}{s}} = 800\,s$$

[04] (Falsa) Vimos anteriormente que o deslocamento de Tiago foi de $500\,m$.

[08] (Verdadeira) A velocidade escalar média e dada pela distância percorrida no tempo gasto, então:

$$v_m = \frac{d}{t} = \frac{800\,m + 600\,m}{800\,s} = \frac{1400\,m}{800\,s} = 1,75\,\frac{m}{s}$$

[16] (Verdadeira) Como se verifica na figura abaixo, João fica deslocado 1500 m em relação ao Tiago.



[32] (Falsa) Como os dois se deslocam em direções opostas, a intensidade da velocidade relativa de João em relação a Tiago é representada pela soma de seus módulos:

$$\left|\vec{v}_{J,T}\right| = 1{,}25\,\frac{m}{s} + 0{,}625\,\frac{m}{s} = 1{,}875\,\frac{m}{s}$$

Resposta da questão 8:
[C]

Dados: $\mathbf{f} = 24$ Hz; $\mathbf{\Delta t} = 3$ min $= 180$ s; $\mathbf{l} = 30$ mm $= 0{,}03$ m.

$$L = f\,\Delta t\,l = 24 \times 180 \times 0{,}03 = 129{,}6 \text{ m} \Rightarrow \boxed{L \cong 130 \text{ m.}}$$

Resposta da questão 9:
[B]

A velocidade da correnteza é perpendicular ao barco, não interferindo no tempo de travessia. Esse tempo depende apenas da velocidade de avanço do barco que é de 2 m/s. Portanto, nesse caso, o tempo de travessia é o mesmo do que seria sem correnteza.

$$\Delta t = \frac{L}{v_b} = \frac{50}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 25 \text{ s.}}$$

Resposta da questão 10:
[B]

Dados: $v = 540$ km/h $= 150$ m/s; $\Delta t = 2{,}5$ min $= 150$ s.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{150 - 0}{150} \Rightarrow \boxed{a = 1 \text{ m/s}^2.}$$

Resposta da questão 11:
a) Dados: $\Delta S = 1.200$ km $= 1.200 \times 10^3$ m; $\Delta t = 800$ s.

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1.200 \times 10^3}{800} \Rightarrow \boxed{v_m = 1.500 \text{ m/s.}}$$

b) Dados: $S = 32$ km $= 32.000$ m; $S_0 = 0$; $v_0 = 0$; $t = 80$ s.

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{a_R}{2} t^2 \Rightarrow 32.000 = \frac{a_R}{2} 80^2 \Rightarrow \boxed{a_R = 10 \text{ m/s}^2.}$$

Resposta da questão 12:
- Perda percentual de energia mecânica.
Como a resistência do ar é desprezível, só há perda de energia mecânica na colisão com o solo. Do gráfico, vemos que os módulos das velocidades antes e depois da colisão são, respectivamente, $v_1 = 20$ m/s e $v_2 = 18$ m/s.
A perda percentual $(\Delta E_{\%})$ é:

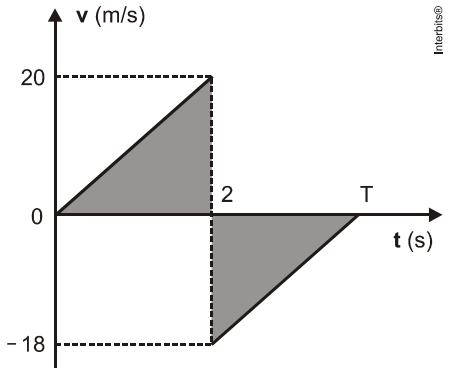
$$\Delta E_{\%} = \frac{E_{mec}^{antes} - E_{mec}^{depois}}{E_{mec}^{antes}} \times 100 = \frac{\frac{m}{2}\left(v_1^2 - v_2^2\right)}{\frac{m}{2} v_1^2} \times 100 \Rightarrow$$

$$\Delta E_{\%} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1^2} \times 100 = \frac{20^2 - 18^2}{20^2} \times 100 = \frac{400 - 324}{400} \times 100 \Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta E_{\%} = 19\%.}$$

Observação: *no enunciado foi cometido um deslize ao se pedir a perda percentual de energia mecânica em J, pois a perda percentual é adimensional.*

- Distância total percorrida.
  Os triângulos destacados na figura são semelhantes.



Então:

$$\frac{T-2}{18}=\frac{2}{20} \Rightarrow T-2=1{,}8.$$

A distância total percorrida (**D**) é numericamente igual à soma das áreas dos triângulos destacados.

$$D=\frac{2\times 20}{2}+\frac{(T-2)\times 18}{2}=20+1{,}8\times 9 \Rightarrow$$

$$\boxed{D=36{,}2\text{ m.}}$$

Resposta da questão 13:
[A]

Usando a equação de Torricelli com **a** = **g** = 10 m/s² e $\Delta S = h = 20\,\text{m}$.

$$v^2=v_0^2+2gh \Rightarrow v^2=0+2\times 10\times 20=400 \Rightarrow$$

$$v=20\text{ m/s.}$$

Resposta da questão 14:
[D]

Aplicando a equação de Torricelli à queda livre, temos:

$$v^2=2gh \Rightarrow v=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\times 9{,}81\times 50}=\sqrt{981} \Rightarrow \boxed{v=31{,}3\text{ m/s.}}$$

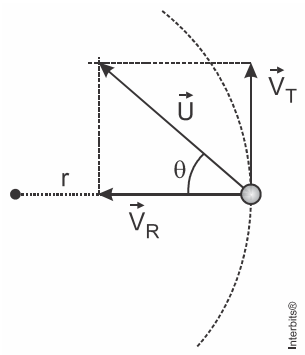
Resposta da questão 15:
Dados: $f=0{,}25$ Hz; $r=2$ m; $|\vec{V}_R|=4$ m/s; $\pi=3$.

a) Como se trata de movimento circular uniforme, somente há a componente centrípeta da aceleração.

$$|\vec{V}_T|=2\pi f r=2\times 3\times 0{,}25\times 2 \Rightarrow \boxed{|\vec{V}_T|=3\text{ m/s.}}$$

$$|\vec{a}|=\frac{|\vec{V}_T|^2}{r}=\frac{3^2}{2} \Rightarrow \boxed{|\vec{a}|=4{,}5\text{ m/s}^2.}$$

b) A figura mostra a velocidade resultante $\left(\vec{U}\right)$ da bola num ponto qualquer da trajetória.



$$U^2 = V_T^2 + V_R^2 = 3^2 + 4^2 \Rightarrow \boxed{U = 5 \text{ m/s.}}$$

c) $\cos\theta = \dfrac{V_R}{U} = \dfrac{4}{5} = 0{,}8 \Rightarrow \boxed{\theta = \arccos 0{,}8.}$

Resposta da questão 16:
[D]

- Espaço ocupado por cada informação:
$L = 0{,}2\ \mu m = 2\times10^{-7}$ m.

- Comprimento de uma volta:
$C = 2\pi\, r = 2\times3\times3\times10^{-3} = 18\times10^{-3}$ m.

- Número de informações armazenadas em cada volta:
$$n = \frac{C}{L} = \frac{18\times10^{-3}}{2\times10^{-7}} = 9\times10^4.$$

- Como são 120 voltas por segundo, o número de informações armazenadas a cada segundo é:
$$N = n\, f = 9\times10^4\times120 \Rightarrow \boxed{N = 1{,}08\times10^8.}$$

Resposta da questão 17:
[D]

Na posição 1:
$$\begin{cases} g r_B = 2\, r_A. \\ g\omega_B = \omega_A \Rightarrow \dfrac{v_B}{r_B} = \omega_A \Rightarrow \dfrac{v_B}{2\, r_A} = \omega_A \Rightarrow v_B = 2\,\omega_A\, r_A. \\ g\, v_C = v_B \Rightarrow \omega_C r_C = 2\ \omega_A r_A. \\ g\omega_C = \omega_1 \Rightarrow \omega_1 r_C = 2\ \omega_A r_A. \quad (I) \end{cases}$$

Na posição 2:

$$\left.\begin{cases} g\,v_D = v_A \;\Rightarrow\; \omega_D r_D = \omega_A r_A. \\ g\omega_2 = \omega_D\ . \\ g r_C = r_D\ . \end{cases}\right\} \Rightarrow\; \omega_2 r_C = \omega_A r_A. \quad \text{(II)}$$

Dividindo membro a membro (I) por (II):

$$\frac{\omega_1 r_C}{\omega_2 r_C} = \frac{2\ \omega_A r_A}{\omega_A r_A} \;\Rightarrow\; \boxed{\frac{\omega_1}{\omega_2} = 2.}$$

Resposta da questão 18:
[D]

A análise da situação permite concluir que o carretel F gira no mesmo sentido que o carretel R, ou seja, horário. Como se trata de uma acoplamento tangencial, ambos têm mesma velocidade linear, igual à velocidade linear da fita.

$$v_F = v_R \;\Rightarrow\; 2\pi f_F r_F = 2\pi f_R r_R \;\Rightarrow\; f_F r_F = f_R r_R \;\Rightarrow\; \frac{f_F}{f_R} = \frac{r_R}{r_F}.$$

Essa expressão final mostra que a frequência de rotação é inversamente proporcional ao raio. Como o carretel F tem maior raio ele gira com menor frequência, ou seja dá menos voltas que o carretel R.

Resposta da questão 19:
[C]

Depois de lançado, a componente horizontal da velocidade vetorial do pacote não mais se altera, pois não há forças aplicadas no pacote nessa direção. Ou seja, nessa direção o movimento é retilíneo e uniforme. Se cada pacote lançado atinge o solo em um ponto exatamente embaixo do helicóptero, então a aeronave também está em MRU, sendo, então, **constante a velocidade** e **nula e aceleração**.

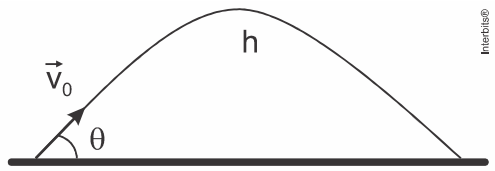
Resposta da questão 20:
[B]

As equações dessas componentes são:

$$\begin{cases} v_x = \text{constante} \;\Rightarrow\; \text{reta horizontal} \;\Rightarrow\; \text{gráfico } (\text{II}). \\ v_y = v_{0y} - g\,t \;\Rightarrow\; \text{reta decrescente} \;\Rightarrow\; \text{gráfico } (\text{V}). \end{cases}$$

Resposta da questão 21:

a) A água que sai do aspersor percorre uma trajetória parabólica para um observador inercial, de acordo com os lançamentos oblíquos, podemos decompor a velocidade inicial oblíqua nas componentes horizontais (eixo x) e verticais (eixo y) tratando o problema como dois problemas separados. No eixo x temos o módulo da velocidade constante, ou seja, MRU e no eixo y a velocidade varia com o tempo devido a aceleração da gravidade e trataremos com MRUV ou ainda como lançamento vertical para cima. Temos que encontrar a velocidade inicial de acordo com a figura abaixo, sendo dados o alcance (x) e o ângulo de lançamento,



Decompondo a velocidade inicial em seus módulos horizontal e vertical:

Em x:

$v_{0x} = v_0 \times \cos\theta$

Aplicando MRU em x:

$$v_{0x} = \frac{x}{t_{tot}}$$

Onde

$x =$ alcance máximo horizontal e

$t_{tot} =$ tempo total de movimento desde a saída do aspersor até o jato de água tocar o solo.

Em y:

$v_{0y} = v_0 \times \text{sen}\theta$

Por simetria, notamos que este tempo total representa o dobro do tempo para que o jato de água atinja a altura máxima. Este tempo pode ser calculado através do eixo y tomando o referencial positivo para cima e usando a equação do MRUV:

$v_y = v_{0y} - gt$

Sabendo que na altura máxima $v_y = 0,$ o tempo para atingir a altura máxima será:

$$t = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{v_0 \times \text{sen}\theta}{g}$$

Então

$$v_{0x} = \frac{x}{t_{tot}}$$

$$v_0 \times \cos\theta = \frac{x}{t_{tot}}$$

$$v_0 \times \cos\theta = \frac{x}{2t}$$

$$v_0 \times \cos\theta = \frac{x}{2\frac{v_0 \times \text{sen}\theta}{g}}$$

Isolando a velocidade inicial

$$v_0 = \sqrt{\frac{x \times g}{2 \times \cos\theta \times \text{sen}\theta}}$$

Substituindo os valores fornecidos temos a velocidade de lançamento

$$v_0 = \sqrt{\frac{3m \times 10\frac{m}{s^2}}{2 \times \cos 30° \times \text{sen}30°}} = \sqrt{\frac{30}{2 \times 0,87 \times 0,5}} \approx 5,87\frac{m}{s}$$

b) Para calcularmos a diferença de pressão devemos usar a equação de Bernoulli aplicada a dois pontos. Um ponto próximo à saída e outro logo após o jato d'água sair do aspersor. Considerando que o aspersor está ao nível do chão, podemos dizer que não existe diferença significativa de altura entre a saída do jato de água e o solo, temos:

$$p_1 = p_0 + \frac{\rho \times v^2}{2}$$

Onde:

$p_1 =$ pressão interna na mangueira (Pa)

$p_0 =$ pressão atmosférica (Pa)
$\rho =$ massa específica da água $(1000\,kg/m^3)$
$v =$ velocidade da saída da água (m/s)

A diferença de pressão (Δp) será

$$\Delta p = p_1 - p_0 = \frac{\rho \times v^2}{2} = \frac{1000\,\frac{kg}{m^3} \times \left(5{,}87\,\frac{m}{s}\right)^2}{2}$$
$$\Delta p \approx 17241\,Pa$$

Obs.: O valor é mais exato, quanto maior o número de casas decimais utilizadas no cálculo para a velocidade obtida anteriormente. Neste caso, foi usado $v = 5{,}8722\,m/s$.

Resposta da questão 22:
[B]

Esta questão envolve força elétrica, lançamento e composição de movimentos, pois a força elétrica que atua na horizontal da direita para a esquerda, no mesmo sentido do campo elétrico, desacelera a partícula fazendo com que ela mude o sentido de movimento horizontal, enquanto que no campo gravitacional temos uma queda livre. Com isso, temos acelerações negativas tanto no eixo x quanto no eixo y por conta do referencial adotado colocando a origem do sistema cartesiano no ponto A. A análise abaixo tratará os eixos separadamente.

Eixo x:

A intensidade da força elétrica será: $F_e = -E \times q = -2500\,\frac{N}{C} \times 8 \times 10^{-6}\,C = -0{,}02\,N$

Pela segunda Lei de Newton da Dinâmica, a aceleração em x será:

$$a_x = \frac{F_e}{m} = \frac{-0{,}02\,N}{2 \times 10^{-3}\,kg} = -10\,\frac{m}{s^2}$$

Usando a equação horária das posições do MRUV para o eixo x, podemos calcular o tempo que a partícula leva para retornar a posição $x = 0$:

$$x = x_0 + v_{0x} \times t + \frac{a_x}{2} \times t^2$$

Substituindo os valores das posições, da velocidade inicial em x e da aceleração em x calculada:

$$0 = 0 + 20 \times t - \frac{10}{2} \times t^2 \Rightarrow 20t - 5t^2 = 0$$

$$t(20 - 5t) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t' = 0\,s \\ t'' = 4\,s \end{cases}$$

Logo, o tempo para que a partícula retorne a origem é de 4 s.
Com o tempo podemos calcular a velocidade em cada eixo, usando a equação da velocidade:

Em x: $v_x = v_{0x} + a_x \times t \Rightarrow v_x = 20\,\frac{m}{s} - 10\,\frac{m}{s^2} \times 4\,s = 20\,\frac{m}{s}$

Em y: $v_y = v_{0y} + g \times t \Rightarrow v_y = 0 - 10\,\frac{m}{s^2} \times 4\,s = -40\,\frac{m}{s}$

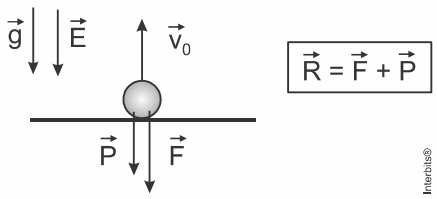
Resposta da questão 23:

[B]

A função horária do espaço é $S = \frac{1}{2} g t^2$. É uma função do 2º grau, portanto o gráfico é um arco de parábola.

Resposta da questão 24:
[D]

Como a carga é positiva, a força elétrica tem o mesmo sentido do vetor campo elétrico. A figura ilustra a situação.



1ª) Solução: Aplicando o teorema da energia cinética:

$$W_R^v = \Delta E_{cin} \Rightarrow (F+P)h\cos 180° = \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow -(q E + m g)h = 0 - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$\boxed{h = \frac{m v_0^2}{2(q E + m g)}.}$$

2ª) Solução: Como as forças são constantes, o movimento é uniformemente variado:
Calculando o módulo da aceleração pelo princípio fundamental:

$$R = m a \Rightarrow (F+P) = m a \Rightarrow (q E + m g) = m a \Rightarrow a = \frac{q E + m g}{m}.$$

Aplicando a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta S \Rightarrow 0 = v_0^2 - 2\frac{q E + m g}{m} h \Rightarrow \boxed{h = \frac{m v_0^2}{2(q E + m g)}.}$$

Resposta da questão 25:
[D]

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{9\times 10^8}{1{,}5\times 10^4} = 6\times 10^{14}\ s = \frac{6\times 10^{14} s}{3\times 10^7\ s/ano} = 2\times 10^7 \text{ anos} \Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta t = 20.000.000 \text{ anos.}}$$

Resposta da questão 26:
[C]

$$h = \frac{g}{2} t^2 \Rightarrow g = \frac{2h}{t^2} = \frac{2\times 54}{3^2} \Rightarrow \boxed{g = 12\ m/s^2.}$$

Resposta da questão 27:
[B]

No lançamento vertical, no ponto mais alto a velocidade é **igual** a zero e a aceleração é igual à da gravidade, **diferente** de zero, supondo que a garota em questão esteja na Terra ou em outro qualquer lugar do universo onde haja gravidade.