FÍSICA 1 – VOLUME 1
RESOLUÇÕES

AULA 01
EXERCITANDO EM SALA

01. B
Do ponto de vista de um observador que esteja no solo em uma posição externa à projeção vertical da trajetória do avião, temos uma trajetória parabólica da caixa e para alguém que esteja no avião a trajetória será uma linha reta vertical, pois a caixa de alimentos é sempre vista por este observador abaixo do avião cada vez mais distante. Portanto, a alternativa correta é da letra B.

02. B
Entre dois solstícios consecutivos, verão e inverno são 6 meses, aproximadamente, 180 dias, intervalo de tempo em que a nascente do Sol se desloca $300\,\text{m}$.
Assim:
$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \cong \frac{300}{180} \Rightarrow \boxed{v_m \cong 1{,}6\ \text{m/dia.}}$$

03. A
Calculando a aceleração escalar média em cada caso:
$$|a_m| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} a_A &= g = 10\ \text{m/s}^2. \\ a_B &= \frac{11}{5} = 2{,}2\ \text{m/s}^2. \\ a_C &= \frac{16}{4} = 4\ \text{m/s}^2. \\ a_D &= \frac{70}{14} = 5\ \text{m/s}^2. \end{aligned} \right\rangle \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \boxed{a_A > a_D > a_C > a_B.}$$

04. C
– Usando movimento uniforme:
O espaço percorrido é:
$\Delta S = 25 \cdot 30 = 750\,\text{cm} = 7{,}5\ \text{m}.$

Calculando o tempo:
$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{7{,}5}{3} = 2{,}5\ \text{min} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 2\ \text{min e } 30\ \text{s.}}$$

– Usando análise dimensional:
$$\Delta t = \frac{1\ \text{min}}{3\ \cancel{\text{m}}} \times \frac{0{,}3\ \cancel{\text{m}}}{\cancel{\text{folha}}} \times 25\ \cancel{\text{folhas}} = 2{,}5\ \text{min} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \boxed{\Delta t = 2\ \text{min e } 30\ \text{s.}}$$

EXERCITANDO EM CASA

01. A
$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{600}{24 \times 16} = 1{,}56 \Rightarrow \boxed{v_m = 1{,}6\,\text{km/h.}}$$

02. C
Dados:
$$v = 60\,\text{km/h} = \frac{60}{3{,}6}\,\text{m/s};\ \Delta t = 200\,\text{ms} = 0{,}2\,\text{s};\ \Delta S = 3\,\text{m}.$$
$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{3}{0{,}2} = 15\ \text{m/s} \Rightarrow \boxed{v = 54\ \text{km/h.}}$$

03. D
Um ano equivale a $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60\ \text{s} \cong 3 \cdot 10^7\ \text{s}.$

Distância equivalente a 100 anos-luz:
$$d = 100 \cdot c \cdot t = 100 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 3 \cdot 10^7$$
$$d = 9 \cdot 10^{17}\ \text{m}$$

Velocidade da nave:
$$v = 2 \cdot 10^4\ \text{km/h} = 2 \cdot 10^7\ \text{m/s}$$

Logo, o tempo que o ônibus levaria é de:
$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{9 \cdot 10^{17}\ \text{m}}{2 \cdot 10^7\ \text{m/s}} = 4{,}5 \cdot 10^{10}\ \text{s}$$
$$\therefore \Delta t = \frac{4{,}5 \cdot 10^{10}\ \text{s}}{3 \cdot 10^7\ \text{s/ano}} = 1500\ \text{anos}$$

04. C
Usando regra de três simples e direta:
$$\left\{ \begin{matrix} 1\,\text{mm} \text{ ——— } 3\ \text{dias} \\ 90\,\text{mm} \text{ —— } t \end{matrix} \right\rangle\ t = 270\ \text{dias} \Rightarrow \boxed{t = 9\ \text{meses.}}$$

05. C
O tempo medido pelo dispositivo é o que o veículo gasta para ir de um sensor ao outro, no caso, para percorrer $0{,}5\ \text{m}$.
Dados:
$$\Delta S = 0{,}5\,\text{m};\ v = 60\,\text{km/h} = \frac{60}{3{,}6}\,\text{m/s} = \frac{50}{3}\,\text{m/s}.$$
$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{v} = \frac{0{,}5}{50/3} = \frac{1{,}5}{50} = 0{,}03\,\text{s} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \boxed{\Delta t = 30\,\text{ms.}}$$

06. 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.
$d_s = v_s \cdot t$ (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: $d_a = v_a \cdot t$(2)

Onde:
$d_a =$ distância percorrida pelo avião no tempo t,
$v_a =$ velocidade do avião (m/s)

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

Fazendo a diferença das equações (1) e (2) temos a distância do observador d_0 ao avião no momento em que ele escuta o som.

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

$$d_o = (150 - 340)\frac{m}{s} \cdot 30s = 5700m = 5,7km.$$

07. C

Dados: ΔS_1 = 80 km; $\mathbf{v_1}$ = 80 km/h; ΔS_2 = 60 km; $\mathbf{v_1}$ = 120 km/h.

O tempo total é soma dos dois tempos parciais:

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \quad \Rightarrow \quad \Delta t = \frac{\Delta S_1}{v_1} + \frac{\Delta S_2}{v_2} = \frac{80}{80} + \frac{60}{120} =$$

$$= 1 + 0,5 \ \Rightarrow \Delta t = 1,5 \text{ h}.$$

08. B

Observação: *rigorosamente, o enunciado deveria especificar tratar-se do módulo da velocidade **escalar** média.*

Dados: $\Delta S = 9 \text{ km} = 9.000 \text{ m}; \ \Delta t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}.$

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{9.000}{300} \quad \Rightarrow \quad \boxed{v_m = 30 \text{ m/s.}}$$

09. C

$$\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{2}{40/3,6} = \frac{7,2}{40} \quad \Rightarrow \quad \Delta t = 0,18 \text{ s}.$$

10. D

Utilizando as informações dadas no enunciado, podemos calcular as velocidades médias dos dois corredores, sendo elas:

$$v_1 = \frac{\Delta S}{\Delta t_1} = \frac{100}{9,79} \simeq 10,21 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{\Delta S}{\Delta t_2} = \frac{100}{9,80} \simeq 10,20 \text{ m/s}$$

Desta forma, a velocidade relativa entre os corredores pode ser calculada.

$$v_R = v_1 - v_2 = 10,21 - 10,20$$

$$v_R = 0,01 \text{ m/s}$$

Assim, a distância entre os atletas (Δx) é dada pela multiplicação da velocidade relativa pelo tempo que o competidor que chega primeiro (Usain Bolt) chega a linha de chegada. Assim,

$$\Delta x = v_R \cdot t_1$$

$$\Delta x = 0,01 \cdot 9,79$$

$$\Delta x \simeq 10 \text{ cm}$$

AULA 02
EXERCITANDO EM SALA

01. D

Análise das afirmativas:

I. **Falsa**. Neste intervalo a partícula não teve deslocamento com o passar do tempo, portanto estava em repouso.
II. **Falsa**. De 0 s a 3 s o movimento da partícula foi retilíneo uniforme progressivo, pois sua posição progrediu linearmente com o tempo.
III. **Verdadeira**. De acordo com o descrito em I.
IV. **Verdadeira**. Em 8 segundos a partícula estava realizando um movimento retilíneo retrógrado passando pela origem das posições.

02. C

No gráfico dado, da posição em função do tempo, o módulo da velocidade é dado pela declividade da reta tangente à curva em cada ponto.

Assim, entre os pontos considerados, aquele em que a velocidade tem menor módulo é M, no qual a curva é menos inclinada; e o de maior velocidade é L, no qual a curva é mais inclinada.

03. D

A **Falsa.** O gráfico mostra a posição do móvel em relação ao tempo, então não podemos afirmar que a pista apresenta trechos sinuosos. Para isso ser possível teríamos que ter um gráfico com as posições em ambos os eixos.

B **Falsa.** Não há como dizer se há lombadas ou valetas, para tanto deveria haver um gráfico da altura com o tempo.

C **Falsa.** No trecho B o móvel vai aumentando sua posição com o tempo, porém esse aumento é cada vez menor até que em C a posição não mais varia com o tempo, significando um movimento desacelerado, mas progressivo até parar em C.

D **Verdadeira.** O móvel realiza o movimento progressivo acelerado a partir do repouso em A e em D, pois fica claro que em C o mesmo está parado.

E **Falsa.** O veículo está parado em C, portanto sua velocidade é nula.

04. C

A distância percorrida será numericamente igual a área delimitada pelo gráfico e pelo eixo das abscissas para $0 \le t \le 20$:

$$\Delta s = \frac{\pi \cdot 20^2}{4}$$

$$\therefore \Delta s = 100\pi \text{ m}$$

EXERCITANDO EM CASA

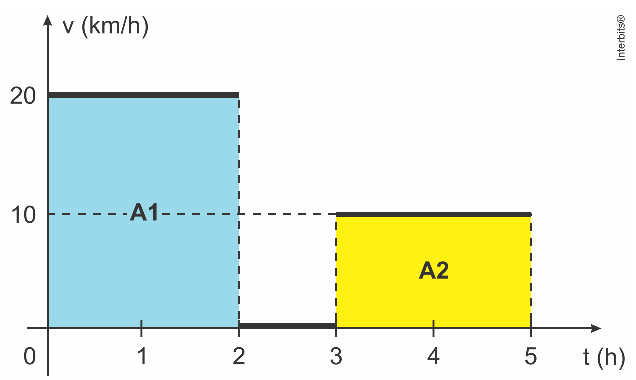
01. A

Da leitura direta no gráfico, vê-se que, de 40 s a 50 s, o movimento do carro é progressivo e **retardado**.

02. B

A velocidade média (v_m) é dada pela razão entre a distância percorrida (Δs) e o tempo total gasto em percorrê-la (Δt).

Cálculo da distância percorrida: A distância percorrida equivale à área sob a curva da velocidade pelo tempo.



$$A_1 = 20\,\frac{km}{h}\cdot 2\,h \therefore A_1 = 40\,km$$

$$A_2 = 10\,\frac{km}{h}\cdot 2\,h \therefore A_2 = 20\,km$$

$$\Delta s = A_1 + A_2 \Rightarrow \Delta s = 40\,km + 20\,km \therefore \Delta s = 60\,km$$

Logo, a velocidade média será:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{60\,km}{5\,h} \therefore v_m = 12\,km/h$$

03. A

As características do movimento uniforme indicam o gráfico correto, portanto a velocidade é constante e diferente de zero, a aceleração é nula e a posição varia linearmente com o tempo. Assim, temos a única opção correta na letra A.

04. D

Tomando como unidade (**u**) o lado de cada quadrículo, e usando a propriedade do gráfico da velocidade × tempo, as áreas dos trapézios fornecem as distâncias percorridas por Encantado (**d_E**) e Brancadeneve (**d_B**):

$$\left\{\begin{array}{l} d_E = \dfrac{5+1}{2}\times 4 \;\Rightarrow\; d_E = 12\text{ u.} \\ d_B = \dfrac{6+4}{2}\times 3 \;\Rightarrow\; d_B = 15\text{ u.} \end{array}\right\rangle \Rightarrow \boxed{d_B > d_E.}$$

05. C

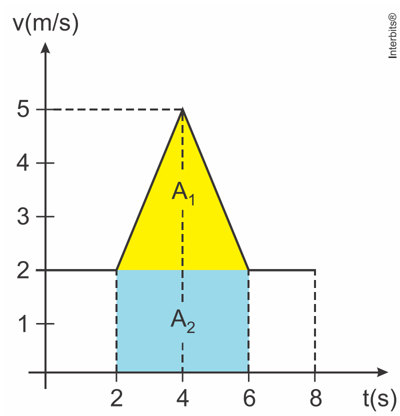
1º Trecho: movimento acelerado (a > 0) → o gráfico da posição em função do tempo é uma curva de concavidade para cima.

2º Trecho: movimento uniforme (a = 0) → o gráfico da posição em função do tempo é um segmento de reta crescente.

3º Trecho: movimento desacelerado (a < 0) → o gráfico da posição em função do tempo é uma curva de concavidade para baixo.

06. D

A distância percorrida nos gráficos de velocidade por tempo é obtida a partir do cálculo da área sob o mesmo. Para o caso de trechos onde a aceleração é diferente de zero, correspondem aos trechos em que a velocidade muda, ou seja, entre 2 e 6 segundos, conforme figura abaixo.



$$d = A_1 + A_2$$

$$d = \frac{4\cdot 3}{2} + 4\cdot 2 \Rightarrow d = 6 + 8 \therefore d = 14\,m$$

07. A

[I] **Verdadeira**. Pedro levou menos tempo para cumprir a mesma distância que Paulo, portanto, sua velocidade média foi maior.

[II] **Falsa**. A velocidade máxima em um gráfico de distância pelo tempo é dada pela inclinação da reta, que indica o seu coeficiente angular representado pela velocidade. Nota-se no diagrama que Pedro teve a maior velocidade no primeiro trecho de seu percurso, quando inclusive ultrapassou Paulo.

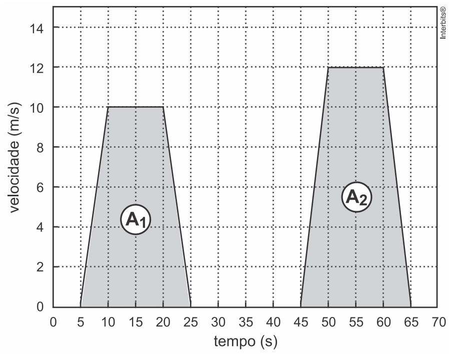
[III] **Falsa**. Os intervalos de parada de ambos os ciclistas foram diferentes, correspondendo aos trechos em que as posições não mudam com o tempo. Sendo assim, Pedro esteve parado durante 150 s e Paulo durante 100 s.

08. E

No trecho I, a declividade da curva espaço-tempo está aumentando, portanto o módulo da velocidade está aumentando, logo o movimento é acelerado.

No trecho II, o espaço é constante, portanto o móvel está em repouso.
No trecho III, o espaço diminui linearmente com o tempo, tratando-se de um movimento uniforme retrógrado.

09. A
A distância pedida (d) é numericamente igual à soma das áreas dos dois trapézios, destacados no gráfico.



$$d = A_1 + A_2 = \frac{[(25-5)+(20-10)] \times 10}{2} + \frac{[(25-5)+(20-10)] \times 12}{2}$$
$$\Rightarrow d = (20+10) \times 5 + (20+10) \times 6 = 150 + 180 \Rightarrow \boxed{d = 330\ m.}$$

10. C
Conferindo tudo o que o carro percorreu em cada trecho, temos:

De 0 a 3 min: percorreu $1\,km$;
De 3 min a 5 min: percorreu $1\,km$;
De 5 min a 8 min: percorreu $4\,km$;
De 8 a 11 min: percorreu $1\,km$.

Total: $7\,km$ percorridos, portanto.

Assim, calculamos a velocidade média indicada no computador de bordo:

$$v = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{tempo}}$$

$$v = \frac{7\,km}{11\,min} \cdot \frac{60\,min}{1\,h} = \frac{420\,km}{11\,h} \therefore v = 38{,}2\,km/h$$

AULA 03
EXERCITANDO EM SALA
01. D
$V = 5{,}0 - 2{,}0 \cdot 4{,}0$
$V = 5{,}0 - 8{,}0$
$V = -3{,}0\ m/s$

02. B
$V = 20 - 4{,}0 \cdot 5{,}0$
$V = 20 - 20$
$V = 0$
Analisando a função horária da velocidade
$V = V_0 + a.t \Rightarrow V = 20 - 4{,}0.t$
Logo $V_0 = 20\ m/s$ e $a = 4{,}0\ m/s^2$

03. C
$$\Delta S = Área = A_1 + A_2$$
$$A_1 = \frac{5.(-2)}{2} = -5m$$
$$A_2 = \frac{5.2}{2} = 5m$$
$$\Delta S = 0$$

04. B
$$\text{Do gráfico} \begin{cases} v_0 = 5\ m/s; \\ a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{10-5}{4-0} \Rightarrow a = 1{,}25\ m/s^2. \end{cases}$$

Substituindo na função que dá VELOCIDADE:
$V = 5 + 1{,}25\ t$

EXERCITANDO EM CASA
01. A
Cálculo da velocidade ao final de 4,0 segundos de movimento:
$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v(4\ s) = 3\ m/s + 2\ m/s^2 \cdot 4\ s \therefore$$
$$\therefore v(4\ s) = 11\ m/s$$
A velocidade média pode ser calculada pela média das velocidades, mas somente serve para o MRUV.
$$v_m = \frac{v_0 + v}{2} = \frac{3\ m/s + 11\ m/s}{2} \therefore v_m = 7\ m/s$$

Ou ainda pode ser calculada da forma geral que serve tanto para MRU quanto MRUV:
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$
$$\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 \Rightarrow \Delta s = 3\ m/s \cdot 4\ s + \frac{2\ m/s^2}{2} \cdot (4\ s)^2 \therefore$$
$$\therefore \Delta s = 28\ m$$

Assim:
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{28\ m}{4\ s} \therefore v_m = 7\ m/s$$

02. B
Da função horária da velocidade para o movimento uniformemente variado:
$$v = v_0 + a\,t \Rightarrow v = 0 + 2(7) \Rightarrow \boxed{v = 14\ m/s.}$$

03. B
O móvel em MRUV inverte seu sentido de movimento quando sua velocidade muda de sinal, ou seja, passa de positiva a negativa ou de negativa a positiva, de acordo com o referencial escolhido. Portanto, isso ocorre quando a velocidade do móvel passa a ser nula. Assim, para a equação apresentada, fazendo a velocidade ser nula, podemos calcular o tempo para que o sentido de movimento se altere.

$v = 50 - 10t$

$0 = 50 - 10t$

$10t = 50$

$t = \dfrac{50}{10} \therefore t = 5\ s$

04. D

Durante o tempo de reação do condutor, a velocidade escalar é constante. Portanto, durante esse intervalo de tempo, o gráfico da velocidade escalar em função da distância é um segmento de reta horizontal.

A partir da aplicação dos freios, se a desaceleração tem intensidade constante, o movimento é uniformemente variado (MUV). Então o módulo da velocidade escalar varia com a distância percorrida (D) de acordo com a equação de Torricelli:

$v^2 = v_0^2 - 2aD \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 - 2aD}.$

O gráfico dessa expressão é um arco de parábola de concavidade para baixo.

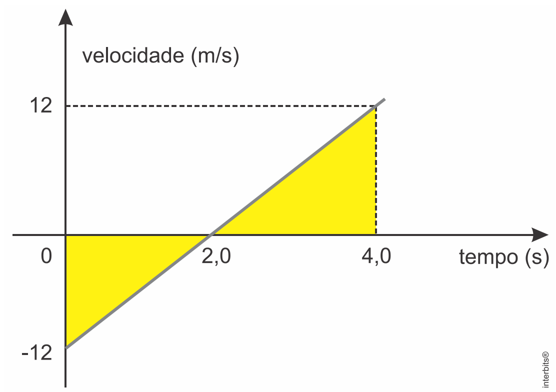
05. B

A) **Falsa.** A velocidade inicial do móvel é –12 m/s.

B) **Verdadeira.** No tempo de 2,0 s, o móvel muda o sentido de movimento, sendo, neste momento, nula a sua velocidade.

C) **Falsa.** A velocidade final é maior que 12 m/s, pois o móvel continua o movimento um pouco mais além de 4,0 s.

D) **Falsa.** O espaço percorrido até 4,0 s, é calculado pela área sob a curva.



Ida: $12 \cdot \dfrac{2}{2} = 12\ m$

Volta: $12 \cdot \dfrac{2}{2} = 12\ m$

Total percorrido: 24 m

Deslocamento: 0 m

E) Falsa. A aceleração foi de:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{12\ m/s - (-12\ m/s)}{4\ s} = \frac{24\ m/s}{4\ s} \therefore$$

$\therefore a = 6\ m/s^2$

06. C

Para um veículo em movimento retilíneo uniformemente variado, temos a expressão da velocidade versus o tempo:

$$v = v_0 + at$$

Sabemos que ao parar a velocidade é nula, temos a velocidade inicial e a aceleração, então calculamos o tempo:

$$v_0 = 72\ \frac{km}{h} \cdot \frac{1000\ m}{1\ km} \cdot \frac{1\ h}{3600\ s} = 20\ \frac{m}{s}$$

Substituindo os valores na equação da velocidade, achamos o tempo de frenagem:

$$v = v_0 + at \Rightarrow 0 = 20 - 10t \therefore t = 2\ s$$

Assim, o tempo total será composto do tempo de ação do motorista ao avistar o obstáculo somado ao tempo de frenagem.

$t_{total} = 1\ s + 2\ s = 3\ s$

07. A

Utilizando os dados fornecidos no enunciado, temos que:

$$\Delta S = v_o \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Onde,

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{v - v_o}{4} = \frac{-v_o}{4}$$

Logo,

$$40 = v_o \cdot 4 + \frac{\left(\frac{-v_o}{4}\right) \cdot 4^2}{2}$$

$40 = 4 \cdot v_o - 2 \cdot v_o$

$v_o = 20\ m/s \quad ou \quad v_o = 72\ km/h$

08. A

$5\,400\ km/h = 1\,500\ m/s$

Pela equação horária da velocidade, temos:

$v = v_0 + at$

$1\,500 = 0 + a \cdot 50$

$\therefore a = 30\ m/s^2$

09. C

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{32 - (-18)}{0,1} \Rightarrow a = \frac{50}{0,1} \Rightarrow 500\ m/s^2$$

10. E

Da equação de Torricelli:

$v^2 = v_0^2 - 2\ a\ \Delta S \Rightarrow v^2 = 30^2 - 2 \cdot 5 \cdot 50 \Rightarrow$

$\Rightarrow v^2 = 400 \Rightarrow v = 20\ m/s \Rightarrow$

$v = 72\ km/h.$

AULA 04

EXERCITANDO EM SALA

01. D

Da equação da distância em função do tempo para o Movimento Retilíneo Uniformemente

Variado, $\Delta s = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$, basta substituir os valores e isolar a aceleração:

$$\Delta s = \cancel{v_0} \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 \Rightarrow a = 2 \cdot \frac{\Delta s}{t^2} \Rightarrow a = 2 \cdot \frac{100\text{ m}}{(5\text{ s})^2} \therefore$$

$$\therefore a = 8\text{ m/s}^2$$

02. B

Do gráfico $\begin{cases} v_0 = 5\text{ m/s}; \\ a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10-5}{4-0} \end{cases} \Rightarrow a = 1{,}25\text{ m/s}^2.$

Substituindo na função que dá o deslocamento:

$$\Delta S = v_0\, t + \frac{a}{2}\, t^2 \Rightarrow \Delta S = 5\, t + \frac{1{,}25}{2}\, t^2 \Rightarrow \boxed{\Delta S = 5\, t + 0{,}625\, t^2.}$$

03. C

Como x é uma parábola, temos que:

$$x = k(t-3)(t-5)$$
$$x = 15k - 8kt + kt^2$$

Comparando a equação de x com a equação do espaço do MUV, temos:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$
$$k = \frac{a}{2} = \frac{2}{2} \Rightarrow k = 1$$

Logo:

$$x_0 = 15k = 15 \cdot 1 \;\therefore\; x_0 = 15\text{ m}$$

04. D

O encontro dos dois amigos será realizado quando os dois tiverem a mesma posição. Vamos considerar as posições iniciais nulas para os dois. Para isso devemos representar as equações horárias das posições para cada um:
Francisco realiza um movimento retilíneo uniforme (MRU):

$$s_F = s_0 + v_F \cdot t \therefore s_F = 9t$$

Pedro realiza um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV):

$$s_P = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 \therefore s_P = 0{,}15t^2$$

No encontro os dois têm a mesma posição:

$$s_F = s_P \Rightarrow 9t = 0{,}15t^2 \therefore \begin{cases} t' = 0\text{ s (início)} \\ t'' = 60\text{ s (tempo de encontro)} \end{cases}$$

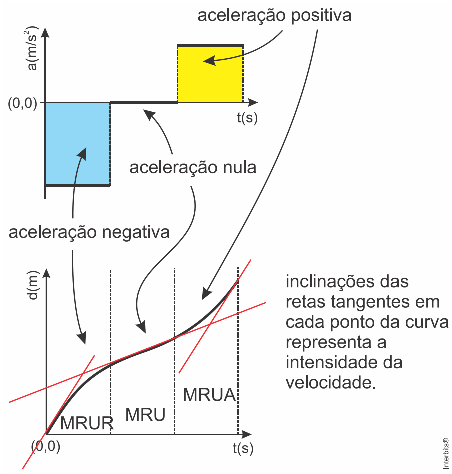
Usando o tempo de encontro em qualquer equação horária, temos a posição do encontro no sistema de coordenadas:

$$s_{enc} = 9t \Rightarrow s_{enc} = 9 \cdot 60 \therefore s_{enc} = 540\text{ m}$$

EXERCITANDO EM CASA

01. A

De acordo com o gráfico de aceleração *versus* o tempo fornecido e o enunciado, extrai-se as seguintes informações:



Assim, o gráfico da distância *versus* o tempo que corresponde ao da aceleração tem as seguintes características.

No trecho de aceleração negativa, teremos uma redução da velocidade inicial que é representada pela reta tangente em cada ponto do gráfico sendo representado por uma perna de parábola com a concavidade voltada para baixo, que é o indicativo dessa aceleração e corresponde a um movimento uniformemente retardado.

No segundo trecho, a aceleração é nula, sendo um movimento uniforme progressivo, representando uma reta crescente.

O terceiro trecho revela uma aceleração positiva (parábola com a concavidade voltada para cima), em que o móvel aumenta o módulo da sua velocidade representado por maiores inclinações em cada ponto da curva parabólica, realizando um movimento uniformemente acelerado.

Portanto, a resposta correta é a alternativa A.

02. D

O trecho AB possui aceleração, assim os cronômetros devem demonstrar marcações d tempos menores, uma vez que a velocidade está aumentando e analisando o trecho BC que está na horizontal e sem atrito, os intervalos devem ser iguais, pois estamos diante de um movimento retilíneo uniforme, de acordo com a alternativa D.

03. D

Da equação horária das posições no MUV:

$$x(t) = \frac{a}{2}t^2 + v_0 t + x_0$$

Sendo assim, temos uma equação do 2º grau representada pela parábola no gráfico, e impossibilita as alternativas [A] e [B] de serem as respostas, pois se tratam de retas.

Por outro lado, a inclinação da curva ao tocar o eixo vertical X, é dada pela tangente neste ponto de encontro, que fisicamente falando, representa a velocidade inicial do móvel, sendo diferente de zero há inclinação para cima $(v_0 > 0)$ ou para baixo $(v_0 < 0)$ que é o nosso caso. (Elimina-se, com isso, a alternativa [C] e a resposta correta é a da alternativa [D].
Outra forma de pensar é extrair os valores do gráfico e substituir na equação formando um sistema de equações:

$$\text{Em } \begin{cases} t = 0 \text{ s}, x_0 = 0 \text{ m}; \\ t = 2 \text{ s}, x = 0 \text{ m}; \\ t = 3 \text{ s}, x = 3 \text{ m} \end{cases}$$

Substituindo os valores dos pontos, temos:

$$x(2\text{ s}) = 2a + 2v_0 = 2(a + v_0) = 0 \Rightarrow a + v_0 = 0 \quad (1)$$

$$x(3\text{ s}) = \frac{9}{2}a + 3v_0 = 3\left(\frac{3a}{2} + v_0\right) = 3 \Rightarrow \frac{3a}{2} + v_0 = 1 \quad (2)$$

Fazendo (2) – (1):

$$\frac{a}{2} = 1 \therefore a = 2 \text{ m/s}^2 \quad \text{e} \quad v_0 = -2 \text{ m/s}$$

Finalmente, substituindo os valores na equação de origem ficamos com: $x(t) = t^2 - 2t$

04. B

Como o enunciado não especificou que a curva mostrada é um arco de parábola, não podemos concluir que se trata de movimento **uniformemente** variado.
No instante t = 9,0 s, o móvel inverte o sentido do movimento, portanto, nesse instante, sua velocidade é nula.

05. D

Dados: v_{0b} = 8 m/s.

O gráfico nos mostra que no instante t = 4 s a partícula **b** inverte o sentido de seu movimento, ou seja, sua velocidade se anula nesse instante (v_b = 0).

$$v_b = v_{0b} + a\,t \;\Rightarrow\; 0 = 8 + a(4) \;\Rightarrow\; a = -2 \text{ m/s}^2.$$

Para o instante t = 3 s:

$$v_b = 8 - 2(3) \;\Rightarrow\; v_b = 2 \text{ m/s}.$$

Se a reta tangencia a parábola no instante t = 3 s, as velocidades das duas partículas são iguais nesse instante. Então:

$$t = 3 \text{ s} \;\Rightarrow\; v_a = v_b = 2 \text{ m/s}.$$

Como o movimento da partícula **a** é uniforme, o espaço percorrido por ela até t = 4 s é:

$$\Delta S_a = v_a\,t \;\Rightarrow\; \Delta S_a = 2(4) \;\Rightarrow\; \Delta S_a = 8{,}0 \text{ m}.$$

06. E

Cálculo do comprimento do túnel: usando a equação horária das posições para o móvel A em MRU, temos:

$$s_A = 20t$$

Assim, para o tempo de travessia dado, o comprimento do túnel é:

$$s_A = 20\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 40 \text{ s} \therefore s_A = 800 \text{ m}$$

Com o comprimento do túnel, o tempo de travessia e a equação horária das posições para o móvel B, em MRUV, calculamos a sua aceleração.

$$s_B = 10t + \frac{a}{2}t^2$$

$$800 \text{ m} = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 40 \text{ s} + \frac{a}{2}(40 \text{ s})^2$$

$$a = \frac{2 \cdot (800 \text{ m} - 400 \text{ m})}{1600 \text{ s}^2} \therefore a = 0{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Agora, diante da aceleração do móvel B, usando a equação horária da velocidade, temos sua velocidade final:

$$v = 10 + 0{,}5t$$

$$v(t = 40 \text{ s}) = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}} + 0{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 40 \text{ s} \therefore v = 30\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

07. D

Dados: v_0 = 54 km/h = 15 m/s; ΔS = 63 m; t = 3 s.
Calculando a aceleração escalar:

$$\Delta S = v_0\,t + \frac{a}{2}t^2 \;\Rightarrow\; 63 = 15(3) + \frac{a}{2}(3)^2 \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow 18 = \frac{9}{2}a \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2.$$

A velocidade ao passar pelo semáforo é:
$v = v_0 + a\,t \Rightarrow v = 15 + 4(3) \Rightarrow v = 27$ m/s $\Rightarrow$
$\Rightarrow v = 97{,}2$ km/h.

Como a velocidade máxima permitida é 60 km/h, o motorista **será** multado, pois **ultrapassará** a velocidade máxima.

08. A

Orientando a trajetória no sentido do jogador para a parede, na ida o movimento é progressivo, portanto a velocidade escalar é positiva e, na volta, o movimento é retrógrado, sendo a velocidade escalar negativa. Como essas velocidades são constantes, os gráficos dos deslocamentos são segmentos de reta. O módulo da velocidade está associado à declividade do segmento de reta: maior velocidade → maior declividade. Assim, como o módulo da velocidade é menor na volta, nesse trecho a declividade do segmento de reta também é menor.

09. A

Analisando o movimento do automóvel conforme a figura abaixo, temos que:

$$1\begin{cases} v_1 \\ t_1 = t \\ \Delta S_1 = 4\text{ m} \end{cases} \qquad 2\begin{cases} v_2 \\ t_2 = t + 4 \\ \Delta S_1 = 16\text{ m} \end{cases}$$

Assim, podemos encontrar expressões matemáticas que representam as velocidades nos dois instantes.

Analisando do instante 0 ao instante 1, temos que:

$$v_1^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S_1$$
$$v_1 = \sqrt{2 \cdot a \cdot \Delta S_1}$$

Analisando do instante 0 ao instante 2, temos que:

$$v_2^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S_2$$
$$v_2 = \sqrt{2 \cdot a \cdot \Delta S_2}$$

Se $v_2 = v_1 + a \cdot \Delta t$, onde $\Delta t = t_2 - t_1 = 4\text{ s}$.

$$\sqrt{2 \cdot a \cdot \Delta S_2} = \sqrt{2 \cdot a \cdot \Delta S_1} + a \cdot \Delta t$$
$$a \cdot \Delta t = \sqrt{2 \cdot a \cdot \Delta S_2} - \sqrt{2 \cdot a \cdot \Delta S_1}$$
$$a \cdot \Delta t = \sqrt{2 \cdot a} \cdot \left(\sqrt{\Delta S_2} - \sqrt{\Delta S_1}\right)$$

Elevando ao quadrado ambos os lados e substituindo os valores, temos que:

$$a^2 \cdot 4^2 = 2 \cdot a \cdot \left(\sqrt{4} - \sqrt{16}\right)^2$$
$$16 \cdot a = 2 \cdot (2 - 4)^2$$
$$a = \frac{8}{16}$$
$$a = 0{,}5\text{ m/s}^2$$

10. B

Observação: De acordo com as alternativas, o desenho do gráfico original estava em desalinho com as informações e, portanto, o pico máximo deveria coincidir com o tempo de 2 segundos exatamente, sob a pena de não se conseguir os resultados apresentados.

O gráfico mostra as seguintes características:

De 0 s a 2 s:

O traçado do gráfico nos mostra uma perna de parábola, indicando o MRUV progressivo e acelerado;

A aceleração é obtida com a equação horária das posições:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 \xrightarrow[v_0 = 0]{s_0 = 0} s = \frac{a}{2} \cdot t^2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow a = \frac{2 \cdot s}{t^2} = \frac{2 \cdot 16\text{ cm}}{(2\text{ s})^2} \therefore a = 8\text{ cm/s}^2$$

De 2 s a 6 s:

Agora, o móvel faz um movimento retrógrado com velocidade constante (MRU) igual a:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{(4 - 16)\text{ cm}}{(6 - 2)\text{ s}} \therefore v = -3\text{ cm/s}$$

De 6 s a 9 s:

O carrinho não muda sua posição com o tempo, portanto, neste intervalo de tempo ele está parado.

AULA 05

EXERCITANDO EM SALA

01. B

Como são duas voltas, temos:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 2\pi R}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 5}{12}$$
$$\therefore v \cong 5{,}2\text{ m/s}$$

02. C

$$f_A = 100\text{ Hz} \Rightarrow T_A = \frac{1}{f_A} = 0{,}01\text{ s}$$
$$f_B = \frac{6000}{60}\text{ Hz} = 100\text{ Hz} \Rightarrow T_B = \frac{1}{f_B} = 0{,}01\text{ s}$$
$$\therefore \frac{T_A}{T_B} = 1$$

03. C

Problema simples de MCU em que o aluno deve cuidar para utilizar as unidades corretamente. Aqui o principal problema é colocar a frequência em hertz.

Passando a frequência para hertz:

$$f = 30\text{ rpm} \cdot \frac{1\text{ Hz}}{60\text{ rpm}} \therefore f = 0{,}5\text{ Hz}$$

A velocidade angular em função da frequência é dada por:

$$\omega = 2\pi f$$

Assim:

$$\omega = 2\pi \cdot 05\text{ Hz} \therefore \omega = \pi\text{ rad/s}$$

04. B

$$f = 900\text{ rpm} = 15\text{ Hz}$$
$$v = 2\pi R f = 2 \cdot 3{,}1 \cdot 0{,}3 \cdot 15 \Rightarrow v = 27{,}9$$
$$\therefore v \approx 28\ {}^{m}\!/_{s}$$

EXERCITANDO EM CASA

01. C

Questão anulada no gabarito oficial.

Houve um erro de digitação no item C, que veio com um 0 a mais.

Dados: $D = 60\text{cm} = 0{,}6\text{m};\ T = 0{,}314\text{s}.$

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\pi D}{T} = \frac{3{,}14(0{,}6)}{0{,}314} \Rightarrow \boxed{v = 6\text{m/s.}}$$

02. A
Como a mancha branca parece estar parada, a frequência de rotação da polia deve ser um número múltiplo das frequências de $9\,Hz$ e $12\,Hz$. E o menor valor para o qual isto é possível deve ser o mínimo múltiplo comum entre eles:
$mmc(9,12) = mmc\left(3^2, 3\cdot 2^2\right) = 3^2 \cdot 2^2 = 36$

Sendo assim, a sua frequência é de:
$f = 36\,Hz = 36 \cdot 60\,rpm$
$\therefore f = 2\,160\,rpm$

Obs: rpm é unidade de frequência e não de velocidade angular.

03. C
- Para uma volta completa, tem-se um deslocamento angular de 2π radianos ou $360°$
- O tempo necessário para o ponteiro dar uma volta completa é de 60 minutos.
Desta forma,
$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{60}$
$\omega = \frac{\pi}{30} rad/s$

04. C
Dados: $f = 300$ rpm = 5 Hz; $\pi = 3$; R = 60 cm = 0,6 m.
A velocidade linear do ponto *P* é:
$v = \omega\, R = 2\,f\,R \Rightarrow 2\cdot 3\cdot 5\cdot 0{,}6 \Rightarrow v = 18$ m/s.

05. A
O aumento do diâmetro da roda causa uma elevação na altura do carro, elevando também o seu centro de massa, tornando o veículo mais instável.
Como a grandeza medida pelo velocímetro é a velocidade angular e não a linear, a medição feita por ele não irá mudar. Já a velocidade do automóvel (dada por $v = \omega R$) irá aumentar devido ao aumento do diâmetro da roda do carro, resultando em um valor superior ao medido pelo velocímetro.

06. C
As equações para as velocidades angulares (ω_d, ω_t) e lineares (v_d, v_t) são:
$\omega = 2\pi f$ e $v = 2\pi R f$

As razões solicitadas ficam:
$\frac{\omega_d}{\omega_t} = \frac{2\pi\cdot f_d}{2\pi\cdot f_t} \Rightarrow \frac{\omega_d}{\omega_t} = \frac{f_d}{f_t} = \frac{35\,rpm}{20\,rpm} \therefore \frac{\omega_d}{\omega_t} = \frac{7}{4}$

$\frac{v_d}{v_t} = \frac{2\pi\cdot R_d\cdot f_d}{2\pi\cdot R_t\cdot f_t} \Rightarrow \frac{v_d}{v_t} = \frac{R_d\cdot f_d}{R_t\cdot f_t} = \frac{40\,cm\cdot 35\,rpm}{20\,cm\cdot 20\,rpm} \therefore$
$\therefore \frac{v_d}{v_t} = \frac{7}{2}$
Portanto, a alternativa correta é a C.

07. D
- Espaço ocupado por cada informação:
$L = 0{,}2\ \mu m = 2\times 10^{-7}$ m.

- Comprimento de uma volta:
$C = 2\,\pi\,r = 2\times 3\times 3\times 10^{-2} = 18\times 10^{-2}$ m.

- Número de informações armazenadas em cada volta:
$n = \frac{C}{L} = \frac{18\times 10^{-2}}{2\times 10^{-7}} = 9\times 10^5.$

- Como são 120 voltas por segundo, o número de informações armazenadas a cada segundo é:
$N = n\,f = 9\times 10^5\times 120 \Rightarrow \boxed{N = 1{,}08\times 10^8.}$

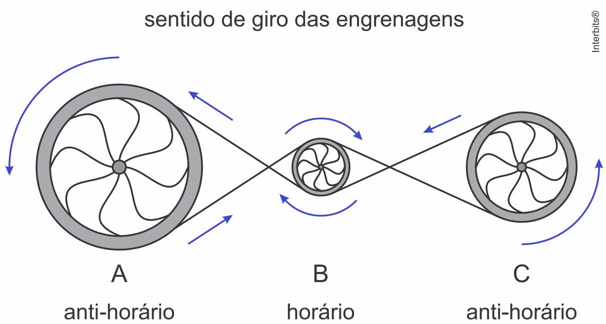
08. D
Dados: n = 4; $\Delta t = 2s$.

Substituindo esses valores na fórmula dada:
$\omega = \frac{4\ (2\pi)}{2} \Rightarrow \omega = 4\pi rad/s$

09. E
$V = \omega.R = 6{,}2.2 = 12{,}4\,m/s$.

10. B
$\omega_{terra} = \frac{2\pi}{24}$
$v = \omega R = \frac{2\pi}{24}\cdot R \Rightarrow v = \frac{\pi}{12}R$

AULA 06
EXERCITANDO EM SALA
01. D
Os sentidos de giro das engrenagens A, B e C serão, respectivamente: anti-horário, horário e anti-horário.



Quanto a frequência de cada engrenagem, como elas estão acopladas por uma correia, a velocidade superficial de cada uma delas deve ser igual entre si, sendo:
$v_A = v_B = v_C \Rightarrow 2\pi R_A f_A = 2\pi R_B f_B = 2\pi R_C f_C$

Como os raios das engrenagens têm uma relação direta com o número de dentes que cada uma possui, podemos calcular as frequências de cada engrenagem com este parâmetro.

$R_A f_A = R_B f_B = R_C f_C \Rightarrow 200 \cdot 40 = 20 \cdot f_B = 100 \cdot f_C$

$\Rightarrow f_B = \dfrac{200 \cdot 40}{20} = \therefore f_B = 400 \text{ rpm}$

$\Rightarrow f_C = \dfrac{200 \cdot 40}{100} = \therefore f_C = 80 \text{ rpm}$

02. C

I. **Falso.** A força centrípeta é dada por: $F_{cp} = m\omega^2 R.$
Como as esferas possuem a mesma massa e a mesma velocidade angular (pois estão sob o mesmo eixo de rotação), por terem raios de rotação distintos, necessariamente terão forças centrípetas distintas.

II. **Verdadeiro.** Conforme item acima.

III. **Falso.** Apenas o módulo da velocidade é constante (MCU), não o vetor.

IV. **Verdadeiro.** A velocidade das esferas é dada por: $v = \omega R.$ Logo, como $\omega_A = \omega_B$ e $R_A < R_B$, devemos ter $v_A < v_B$.

03. D

A velocidade linear é a mesma para as duas polias.

$v_G = v_M \Rightarrow \omega_G R_G = \omega_M R_M \Rightarrow$

$\dfrac{\omega_G}{\omega_M} = \dfrac{R_M}{R_G} = \dfrac{27}{54} \Rightarrow \boxed{\dfrac{\omega_G}{\omega_M} = \dfrac{1}{2}.}$

04. 02 + 04 + 08 = 14

As polias *A* e *B* apresentam acoplamento tangencial (por correia): $v_1 = v_2$ e $\omega_B > \omega_A$.

As polias *C* e *D* estão acopladas coaxialmente (mesmo eixo): $\omega_B = \omega_C > \omega_A$ e $v_3 > v_2 = v_1$.

EXERCITANDO EM CASA

01. C

A velocidade angular média (ω) depende basicamente da frequência da rotação (f) ou do período (T) sendo dada por: $\omega = 2\pi f = \dfrac{2\pi}{T}$

Para ambos os observadores (A e B), tanto suas frequências como seus períodos de rotação são os mesmos, pois quando a Terra dá uma volta completa, qualquer ponto do planeta também dá uma rotação completa, então suas velocidades angulares médias (ω) devem ser exatamente iguais.

$\left.\begin{matrix} f_A = f_B \\ T_A = T_B \end{matrix}\right\} \rightarrow \omega_A = \omega_B$

Já a velocidade escalar média (v) dessas duas pessoas depende do raio (R) de curvatura da Terra. Pontos mais próximos dos polos têm raios menores que pontos próximos ao Equador, portanto, temos que:

$R_A < R_B$

Como a velocidade escalar média (v) é diretamente proporcional ao raio e dada por: $v = 2\pi R f = \dfrac{2\pi R}{T}$, temos que $v_A < v_B$.

02. C

Dados:

$v_A = 60 \text{ cm/s};\ v_B = 0{,}3 \text{ m/s} = 30 \text{ cm/s};\ AB = 10 \text{ cm}.$

Da figura dada:

$R_A = R_B + AB \Rightarrow R_B = R_A - 10.$

Os dois pontos têm mesma velocidade angular.

$\omega_A = \omega_B \Rightarrow \dfrac{v_A}{R_A} = \dfrac{v_B}{R_B} \Rightarrow \dfrac{60}{R_A} = \dfrac{30}{R_A - 10} \Rightarrow$

$\Rightarrow 2(R_A - 10) = R_A \Rightarrow R_A = 20 \text{ cm}.$

O diâmetro da polia é igual ao dobro do raio do ponto A.

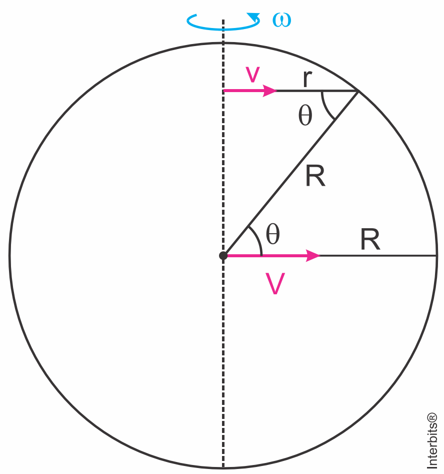
$D = 2\,R_A \Rightarrow \boxed{D = 40 \text{ cm.}}$

A velocidade angular da polia é igual à do ponto A.

$\omega = \omega_A = \dfrac{v_A}{R_A} = \dfrac{60}{20} \Rightarrow \boxed{\omega = 3 \text{ rad/s.}}$

03. A

A figura ilustra a situação, considerando a Terra esférica.



Todos os pontos da Terra têm a mesma velocidade angular. Assim, para $V = 2v$, tem-se:

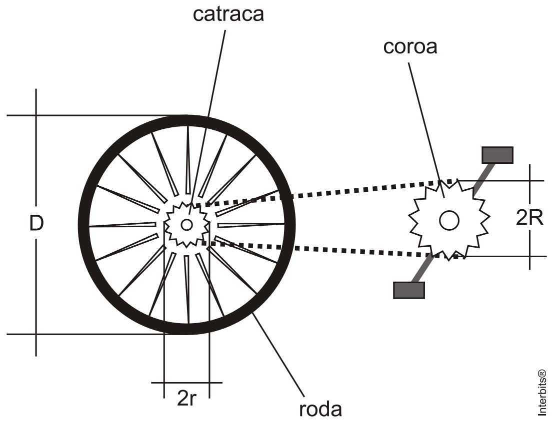
$\dfrac{v}{r} = \dfrac{V}{R} \Rightarrow \dfrac{\cancel{v}}{r} = \dfrac{2\cancel{v}}{R} \Rightarrow r = \dfrac{R}{2}.$

Mas:

$\cos\theta = \dfrac{r}{R} = \dfrac{R/2}{R} \Rightarrow \cos\theta = \dfrac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\theta = 60°.}$

04. E

A figura abaixo mostra os diversos componentes do mecanismo e suas dimensões.



Denominemos Ω a velocidade angular da coroa e ω a velocidade angular da catraca e consequentemente da roda, já que elas rodam solidárias.

Como a coroa e a catraca são interligadas por uma correia, podemos dizer que as velocidades lineares de suas periferias são iguais.

$$V_{coroa} = V_{catraca} \rightarrow \Omega R = \omega r \rightarrow \Omega = \frac{\omega r}{R} \quad (01)$$

Por outro lado a velocidade da bicicleta pode ser calculada por: $V = \omega \frac{D}{2} \rightarrow \omega = \frac{2V}{D}$ (02)

Substituindo 02 em 01, vem:

$$\Omega = \frac{2Vr}{RD} \quad (03)$$

V = 18 km/h = 5,0 m/s
D = 70 cm = 0,7 m
2R = 20 cm → R = 0,1 m
2r = 7 cm → r = 0,035 m

Substituindo os valores em 03, temos:

$$\Omega = \frac{2.5.0,035}{0,1 \times 0,7} = 5,0 rd/s \rightarrow$$

$$\rightarrow \Omega = 5,0 rd/s = \frac{\frac{5}{2\pi} rot}{\frac{1}{60} min} = \frac{5}{6} \times 60 = 50 RPM$$

05. D

A velocidade de rotação, mais comumente conhecida como frequência f está relacionada com a velocidade linear das correias com a seguinte equação:

$$v = 2\pi R f$$

onde:
v = velocidade linear das correias em m/s;
R = raio da polia em m;
f = frequência em Hz.
Para transformar a frequência em rotações por minutos, basta multiplicar o resultado em hertz por 60.

Para efetuar o cálculo, devemos obter a velocidade linear na lona que envolve os cilindros idênticos, C1 e C2, sabendo que o corredor Bolt faz 100 m em 9 s:

$$v = \frac{100\ m}{9\ s} \therefore v = 11,11\ m/s$$

Para o acoplamento das polias C2 e P1 temos que as frequências em cada uma delas são iguais entre si, portanto:

$$v = 2\pi R f \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi R} \Rightarrow f = \frac{11,11\ m/s}{2 \cdot 3 \cdot 0,02\ m} \therefore f = 92,6\ Hz$$

Passando para r.p.m:

$$f = 92,6\ Hz \cdot 60 \therefore f = 5.555,5\ rpm$$

Correspondendo então, de forma aproximada, à alternativa [D].

06. B

A velocidade das rodas em função da frequência é dada pelo produto da distância percorrida em uma volta completa (circunferência das rodas) e a frequência.

$$v = 2\pi R f = \pi D f$$

Igualando as velocidades do pai (1) e do filho (2), temos:

$$v_1 = v_2$$

$$\pi \cdot D_1 \cdot f_1 = \pi \cdot D_2 \cdot f_2$$

Como o diâmetro das rodas da bicicleta do filho é a metade das rodas da bicicleta do pai:

$$\pi \cdot D_1 \cdot f_1 = \pi \cdot \frac{D_1}{2} \cdot f_2$$

Simplificando,

$$f_1 = \frac{f_2}{2}$$

Conclui-se que a frequência de giro das rodas da bicicleta do pai é a metade em relação a do filho.
Com relação à velocidade angular, partimos da sua relação com a velocidade linear:

$$v = \omega \cdot R$$

Como as velocidades do pai (1) e do filho (2) são iguais:

$$\omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2$$

Dado que:

$$R_2 = \frac{R_1}{2}$$

$$\omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot \frac{R_1}{2}$$

$$\omega_1 = \frac{\omega_2}{2}$$

Encontramos a relação entre as velocidades angulares, com a bicicleta do pai sendo a metade da bicicleta do filho.

07. A

Os raios das engrenagens (R) e os números de dentes (n) são diretamente proporcionais. Assim:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{R_C}{R_D} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{8}{24} = \frac{1}{3}.$$

– *A* e *B* estão acopladas tangencialmente:

$$v_A = v_B \Rightarrow 2\pi f_A R_A = 2\pi f_B R_B \Rightarrow f_A R_A = f_B R_B.$$

$$\text{Mas}: \ f_A = f_M \Rightarrow f_M R_A = f_B R_B \Rightarrow$$

$$f_B = f_M \frac{R_A}{R_B} = f_M \frac{1}{3} \Rightarrow \quad f_B = \frac{f_M}{3}.$$

– *B* e *C* estão acopladas coaxialmente:

$$f_C = f_B = \frac{f_M}{3}.$$

– *C* e *D* estão acopladas tangencialmente:

$$v_C = v_D \Rightarrow 2\pi f_C R_C = 2\pi f_D R_D \Rightarrow f_C R_C = f_D R_D.$$

$$\text{Mas}: \ f_D = f_R \Rightarrow f_C R_C = f_R R_D \Rightarrow f_R = f_C \frac{R_C}{R_D} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f_R = \frac{f_M}{3}\frac{1}{3} \Rightarrow f_R = \frac{f_M}{9} \Rightarrow$$

$$F_R = \frac{13{,}5}{9} \Rightarrow \boxed{f_R = 1{,}5 \text{ Hz.}}$$

08. B

No acoplamento coaxial as frequências são iguais. No acoplamento tangencial as frequências (f) são inversamente proporcionais aos números (N) de dentes;

Assim:

$$\begin{cases} f_A = f_{motor} = 18 \text{ rpm.} \\ f_B N_B = f_A N_A \Rightarrow f_B \cdot 72 = 18 \cdot 24 \Rightarrow f_B = 6 \text{ rpm.} \\ f_C = f_B = 6 \text{ rpm.} \\ f_D N_D = f_C N_C \Rightarrow f_D \cdot 108 = 6 \cdot 36 \Rightarrow f_D = 2 \text{ rpm.} \end{cases}$$

A frequência do ponteiro é igual à da engrenagem D, ou seja:

$$\boxed{f = 2 \text{ rpm.}}$$

09. 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.

$$v_F = v_R \Rightarrow 2\pi f_F r_F = 2\pi f_R r_R \Rightarrow f_F r_F = f_R r_R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{f_F}{f_R} = \frac{r_R}{r_F}.$$

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.

10. E

Nota: a construção do segundo parágrafo está confusa. Deveria ser:

"Para percorrer uma distância de 300,00 m, a razão (n_1/n_2), entre os números de voltas que os pneus traseiros e dianteiros ***efetuam****, supondo...".*

Para qualquer distância percorrida (D), a razão entre os números de voltas dadas é a mesma.

$$\left.\begin{cases} D = n_1\, 2\,\pi\, d_1 \\ D = n_2\, 2\,\pi\, d_2 \end{cases}\right\rangle \Rightarrow n_1 \cancel{2}\cancel{\pi} d_1 = n_2 \cancel{2}\cancel{\pi} d_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{0{,}5}{1} \Rightarrow \boxed{\frac{n_1}{n_2} = 0{,}5.}$$