Professor: Eduardo Kilder				
1	**2**	**3**	**4**	**5**
D	B	E	A	E
6	**7**	**8**	**9**	**10**
B	D	C	B	E
11	**12**	**13**	**14**	**15**
D	B	E	D	A
16	**17**	**18**	**19**	**20**
B	B	D	B	A

1. O atrito auxilia apenas na rotação do pneu em torno do seu eixo, e, dado que este não desliza, não há “força de arrastamento”, devendo ser nulo o valor do trabalho da força de atrito.

2. Como a potência é dada pela razão entre trabalho e tempo de acordo com a expressão: $P = \frac{W}{t}$.

   O trabalho para subir a ladeira é o mesmo, pois apenas depende da altura, assim, ao trocar a marcha da bicicleta, levando mais tempo para subir a ladeira, a potência aplicada aos pedais fica menor.

3. Pelo teorema da Energia cinética sabemos que o trabalho realizado pela força de atrito é igual à variação da energia cinética desenvolvida pelo corpo. Neste caso, a força é resistiva, isto é, é contrária ao movimento do corpo e, portanto, tem sinal negativo.

$$\tau = \Delta E_c \Rightarrow -F_{at} \cdot d = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

   Como a velocidade final é nula, vem:

$$-F_{at} \cdot d = -\frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow d = \frac{mv_0^2}{2\mu_c \cdot m \cdot g} \therefore d = \frac{v_0^2}{2\mu_c \cdot g}$$

   Utilizando os dados do problema com a velocidade no S.I., temos que a distância medida da frenagem será:

$$d = \frac{v_0^2}{2\mu_c \cdot g} \Rightarrow d = \frac{\left(108\,km/h \cdot \frac{1\,m/s}{3{,}6\,km/h}\right)^2}{2 \cdot 0{,}5 \cdot 10\,m/s^2}$$

$$\Rightarrow d = \frac{900\ m^2/s^2}{10\,m/s^2} \therefore d = 90\,m$$

4. $$\left\{\begin{matrix} v_{1ar} = 4\text{ m/s};\ v_{2ar} = 8\text{ m/s};\ v_{atl} = 4\text{ m/s} \\ \left\{\begin{matrix} F = k v_{ar}^2 \\ P = F v_{atl} \end{matrix}\right\rangle P = \left(k\ v_{ar}^2\right)\left(v_{atl}\right) \end{matrix}\right\rangle \Rightarrow \left\{\begin{matrix} P = k(4)^2(4) \\ P' = k(8)^2(4) \end{matrix}\right\rangle$$

$$\Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{64}{16} \Rightarrow \boxed{P' = 4\,P}$$

5. Deformação máxima que o elástico poderá sofrer:
   $x_{máx}$ = 30 m – 10 m = 20 m
   Utilizando o valor obtido para a deformação máxima, podemos determinar a constante elástica mínima. Por conservação de energia, vem:

$$mgh = \frac{k_{mín} x_{máx}{}^2}{2} \Rightarrow 120 \cdot 10 \cdot 30 = \frac{k_{mín} \cdot 20^2}{2} \therefore k_{mín} = 180\text{ N/m}$$

6. Dados: k_d = 2 km; $F_d = F_m$.
   Calculando a razão entre as deformações:
   Comparando as energias potenciais elásticas armazenadas nos dois estilingues:

$$\left\{\begin{matrix} E_d^{pot} = \frac{k_d\ x_d^2}{2} = \frac{\cancel{2}k_m\ x_d^2}{\cancel{2}} = k_m\ x_d^2 \\ E_m^{pot} = \frac{k_m\ x_m^2}{2} = \frac{k_m\ (2x_d)^2}{2} = \frac{\cancel{4}k_m\ x_d^2}{\cancel{2}} = 2\ k_m\ x_d^2 \end{matrix}\right\rangle \Rightarrow E_m^{pot} = 2\,E_d^{pot}$$

   Considerando o sistema conservativo, toda essa energia potencial é transformada em cinética para o objeto lançado. Assim:

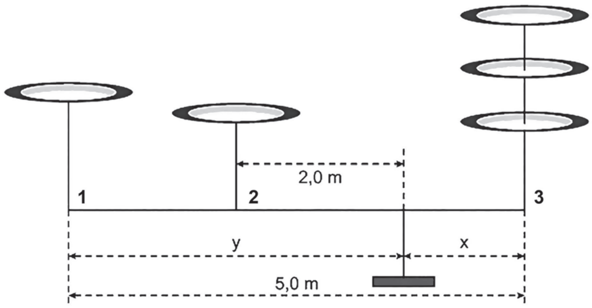
$$E_m^{cin} = 2\,E_d^{cin} \Rightarrow \frac{\cancel{m}v_m^2}{\cancel{2}} = 2\frac{\cancel{m}v_d^2}{\cancel{2}} \Rightarrow v_m^2 = 2v_d^2$$

   Supondo lançamentos oblíquos, sendo θ o ângulo com a direção horizontal, o alcance horizontal (D) é dado pela expressão:

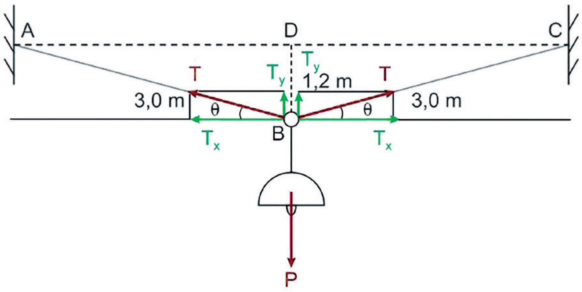
$$D = \frac{v_0^2}{g}\text{sen}(2\,\theta) \Rightarrow \left\{\begin{matrix} D_d = \frac{v_d^2}{g}\text{sen}(2\,\theta) \\ D_m = \frac{2\,v_d^2}{g}\text{sen}(2\,\theta) \end{matrix}\right\rangle \Rightarrow \boxed{\frac{D_d}{D_m} = \frac{1}{2}.}$$

7. y + x = 5 ⇒ y = 5 – x (I)

$$\tau_{horário} = \tau_{anti-horário}$$
$$F_1 \cdot y + F_2 \cdot 2 = F_3 \cdot x$$
$$mgy + mg \cdot 2 = 3 \cdot mgx \quad (\div g)$$
$$my + 2m = 3mx \quad (\div m)$$
$$y + 2 = 3x \quad \text{(II)}$$
(I) em (II)
$$5 - x + 2 = 3x$$
$$7 = 4x$$
$$x = \frac{7}{4}$$

8. 

   Decompondo as trações nos eixos vertical e horizontal, de acordo com o diagrama abaixo, temos:



$$2\,T_y = P \Rightarrow T_y = \frac{76\,N}{2} \therefore T_y = 38\,N$$

   Pela trigonometria sabemos que $\text{sen}\,\theta = \frac{1{,}2}{3}$ e que $T_y = T \cdot \text{sen}\,\theta$, assim:

$$T_y = T \cdot \text{sen}\,\theta \Rightarrow T = \frac{T_y}{\text{sen}\,\theta} = \frac{38\,N}{\frac{1{,}2}{3}} \therefore T = 95\,N$$

9. No ponto mais alto a componente vertical da velocidade é nula. A partir daí, e na vertical, temos uma queda livre a partir do repouso.
   O tempo de queda pode ser tirado da expressão $H = \frac{1}{2}gt^2$.

   Sendo assim quanto maior for a altura maior será o tempo de queda.
   Não podemos esquecer que os tempos de subida e descida são iguais.
   Portanto o tempo total é $T = 2t_q$.
   O menor tempo de voo da bola é aquele correspondente à menor altura.

10. Para o motorista atento, temos:
Tempo e distância percorrida até atingir 14 m/s a partir do repouso:
$v = v_0 + at$
$14 = 0 + 1 \cdot t_1 \Rightarrow t_1 = 14$ s
$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$
$14^2 = 0^2 + 2 \cdot 1 \cdot d_1 \Rightarrow d_1 = 98$ m

Distância percorrida até parar:
$0^2 = 14^2 + 2 \cdot (-5) \cdot d_1' \Rightarrow d_1' = 19{,}6$ m

Distância total percorrida:
$\Delta s_1 = d_1 + d_1' = 98 + 19{,}6 \Rightarrow \Delta s_1 = 117{,}6$ m

Para o motorista que utiliza o celular, temos:
$t_2 = t_1 + 1 \Rightarrow t_2 = 15$ s

Velocidade atingida e distância percorrida em a partir do repouso:
$v_2 = 0 + 1 \cdot 15 \Rightarrow v_2 = 15$ m/s
$15^2 = 0^2 + 2 \cdot 1 \cdot d_2 \Rightarrow d_2 = 112{,}5$ m

Distância percorrida até parar:
$0^2 = 15^2 + 2 \cdot (-5) \cdot d_2' \Rightarrow d_2' = 22{,}5$ m

Distância total percorrida:
$\Delta s_2 = d_2 + d_2' = 112{,}5 + 22{,}5 \Rightarrow \Delta s_2 = 135$ m

Portanto, a distância percorrida a mais pelo motorista desatento é de:
$\Delta s_2 = \Delta d_2 - \Delta d_1 = 135 - 117{,}6$
$\therefore \Delta s = 17{,}4$ m

11. Cálculo de Δx_s:
$$v = v_0 + at \Rightarrow 0 = v_0 - gt_S \Rightarrow t_S = \frac{v_0}{g}$$
$$\Delta s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow \Delta x_S = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 = \frac{v_0{}^2}{g} - \frac{v_0{}^2}{2g}$$
$$\Delta x_S = \frac{v_0{}^2}{2g}$$

Cálculo de Δx_D:
$$t_D = \frac{t_S}{4} = \frac{v_0}{4g}$$
$$\Delta s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow \Delta x_D = \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{v_0}{4g}\right)^2 = \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0{}^2}{16g^2}$$
$$\Delta x_D = \frac{v_0{}^2}{32g}$$

Portanto:
$$\frac{\Delta x_S}{\Delta x_D} = \frac{\frac{v_0{}^2}{2g}}{\frac{v_0{}^2}{32g}} = 16$$

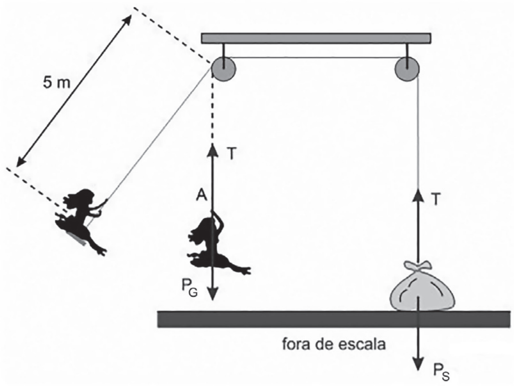
12. Tempo de queda:
$$h = \frac{1}{2} g \Delta t^2 \;\Rightarrow\; \Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 5}{10}} \;\Rightarrow\; \underline{\Delta t = 1\,\text{s}|}$$

Ângulo descrito em 1,5 volta:
$$\Delta\theta = 1{,}5 \times 2\pi \;\Rightarrow\; \underline{\Delta\theta = 3\pi|}$$

Velocidade angular:
$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \;\Rightarrow\; \omega = \frac{3\pi}{1} \;\Rightarrow\; \boxed{\omega = 3\pi\ \text{rad/s}}$$

13. Por conservação de energia, podemos determinar a velocidade no ponto mais baixo da trajetória:
$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow 10 \cdot 1{,}2 = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{24}\ \text{m/s}$$
No ponto mais baixo, temos que:
$$T - P = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow T = 500 + \frac{50 \cdot 24}{3} \therefore T = 900\ \text{N}$$

14. A maior velocidade é aquela para a qual a força normal que o apoio exerce no saco de areia é nula, ou seja, a tração na corda tem intensidade igual à do peso.



Dados: R = L = 5 m; m_S = 66 kg; m_G = 50 kg; g = 10 m/s²

$$\left\{\begin{array}{l} \text{No saco: } T = P_S \Rightarrow\; T = 660\ \text{N.} \\ \text{Na garota: } T - P_G = F_{cent} \;\Rightarrow\; T - 500 = \dfrac{m_G v^2}{R}. \end{array}\right\rangle \Rightarrow\; 660 - 500 = \frac{50\,v^2}{5} \;\Rightarrow$$
$$\frac{50\,v^2}{5} = 160 \;\Rightarrow\; v^2 = 16 \;\Rightarrow\; \boxed{v = 4\ \text{m/s.}}$$

15. O raio da órbita da partícula é dado por:
$$F_{mag} = F_{cp}$$
$$qBv = \frac{mv^2}{R}$$
$$R = \frac{mv}{qB}$$
E o seu período:
$$v = \frac{2\pi R}{T}$$
$$T = \frac{2\pi}{v} \cdot \frac{mv}{qB}$$
$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

Como o íon descreve N voltas num tempo t, vem:
$$t = TN = \frac{2\pi m N}{qB}$$
$$\therefore m = \frac{qBt}{2\pi N}$$

16. Usando a 2ª lei de Newton, determinamos a força resultante sobre o sistema:
$F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 60\ \text{kg} \cdot 1{,}5\ \text{m/s}^2 \therefore F_R = 90$ N.

No plano inclinado, definimos a expressão da força resultante com o auxílio da decomposição do peso e da força de atrito:
$F_R = P_x - F_{at}$
$P_x = P \cdot \text{sen}\,30° = 60\ \text{kg} \cdot 10\ \text{m/s}^2 \cdot 0{,}5 \therefore P_x = 300$ N

Substituindo na expressão da força resultante, determinamos a força resistiva média.
$F_R = P_x - F_{at} \Rightarrow F_{at} = Px - F_R \Rightarrow F_{at} = 300\ N - 90\ N \therefore F_{at} = 21\ 0\ N$

17. A vantagem mecânica de um sistema é dada pela razão entre a força resistente e a força potente.
Na situação apresentada, a força resistente é a intensidade da força de atrito máxima ($A_{máx}$).

$$A_{máx} = \mu_e N = \mu_e mg = 0{,}8 \cdot 3\ 000 \cdot 10 \Rightarrow \underline{A_{máx} = 24\ 000\ N|}$$

A força potente, aplicada por Arquimedes, teve intensidade F = 400 N.
A vantagem mecânica foi, então:

$$M = \frac{A_{máx}}{F} = \frac{24\ 000}{400} \Rightarrow \underline{V_M = 60|}$$

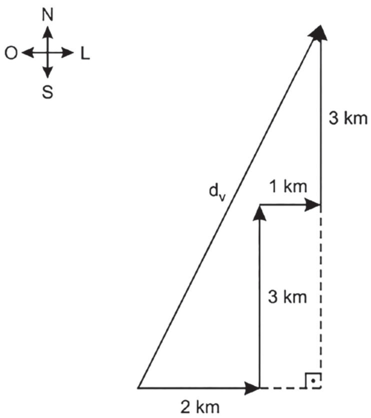
Somente com a polia fixa, a vantagem mecânica é igual a 1. Para cada polia móvel acrescentada ao sistema, a vantagem mecânica é multiplicada por 2. A tabela apresenta a vantagem mecânica (V_M) em função do número de polias móveis (n).

n	V_M
1	$2^1 = 2$
2	$2^2 = 4$
3	$2^3 = 8$
⋮	⋮
n	2^n

Para Arquimedes ter conseguido mover o navio, a vantagem mecânica foi maior que 60.
Assim:
$2^n > 60$. Sabemos que $2^6 = 64$.
Então o número mínimo de polias móveis usadas por Arquimedes foi 6.

18. Os trabalhos realizados pela força peso e normal são nulos, pois estas forças são perpendiculares ao movimento. Já o trabalho realizado pela força de atrito é não nulo, de valor negativo e dado por: $\tau_{Fat} = F_{at}d = \mu_C gd$

19. Pelo enunciado, temos:



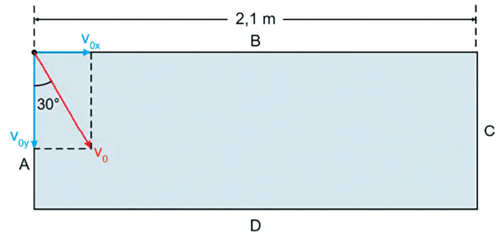
Deslocamento vetorial:
$d_v^2 = 3^2 + 6^2$
$d_v = 3\sqrt{5}$ km

Módulo da velocidade vetorial:
$$v_v = \frac{d_v}{\Delta t} = \frac{3\sqrt{5}}{18}$$
$$v_v = \frac{\sqrt{5}}{6}\ \text{km/min}$$

Deslocamento escalar:
$d_e = 2 + 3 + 1 + 3$
$d_e = 9$ km

Velocidade escalar:
$$v_e = \frac{d_e}{\Delta t} = \frac{9}{18}$$
$$v_e = \frac{1}{2}\ \text{km/min}$$
Logo:
$$\frac{v_v}{v_e} \cdot 100\% = \frac{\sqrt{5}}{6} \cdot \frac{2}{1} \cdot 100\% \cong 74\%$$

20. A figura mostra as componentes da velocidade:



Paralelamente à borda B:
$$v_{0x} = v_0 \text{sen } 30° = 14 \times \frac{1}{2} \Rightarrow \underline{v_{0x} = 7\ m/s|}$$

Desprezando os tempos de choque:
$$v_{0x} = \frac{\Delta S_x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S_x}{v_{0x}} = \frac{2{,}1}{7} \Rightarrow \Delta t = 0{,}3\ s = 3 \times 10^{-1} s$$
$$\Rightarrow \boxed{\Delta t = 30 \times 10^{-2}\ s}$$