

Mineure BPC  
ECUE Physique  
Physique du sport

Examen Blanc  
**CORRIGÉ**

**Question 11**

| Réponses : <b>CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Par composition des vitesses : <math>\vec{v}_{2/1} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1</math></p> <p><b>AB faux, C VRAI</b> : Pour <math>0 \leq t \leq \Delta t</math> :</p> $\begin{cases} \vec{v}_1 = v_1 \vec{e}_x \\ \vec{v}_2 = \vec{0} \end{cases} \Rightarrow \vec{v}_{2/1} = \vec{0} - v_1 \vec{e}_x = -v_1 \vec{e}_x$ <p><b>D faux, E VRAI</b> : Pour <math>t \geq \Delta t</math> :</p> $\begin{cases} \vec{v}_1 = v_1 \vec{e}_x \\ \vec{v}_2 = v_2 \vec{e}_x \end{cases} \Rightarrow \vec{v}_{2/1} = v_2 \vec{e}_x - v_1 \vec{e}_x = (v_2 - v_1) \vec{e}_x$ |

**Question 12**

| Réponses : <b>BD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>A faux, B VRAI</b> : Pour <math>0 \leq t \leq \Delta t</math>, le mouvement du motard 1 est rectiligne uniforme et le motard 2 est immobile donc <math>x_1(t) = v_1 t</math> et <math>x_2(t) = 0</math></p> <p><b>CE faux, D VRAI</b> : Pour <math>t \geq \Delta t</math>, les mouvements des 2 motards sont rectilignes uniformes :<br/> <math>x_1(t) = v_1 t</math> et <math>x_2(t) = v_2 (t - \Delta t)</math>.</p> |

**Question 13**

| Réponse : <b>B</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>B VRAI</b> : D'après l'énoncé : <math>v_2 = v_1 + 40\%v_1 = (1 + 0,4)v_1 = 1,4v_1</math></p> <p>D'après la question précédente pour <math>t \geq \Delta t</math> : <math>\begin{cases} x_1(t) = v_1 t \\ x_2(t) = v_2 (t - \Delta t) \end{cases}</math></p> <p>Le motard 2 rattrape son retard lorsque <math>x_2(t_R) = x_1(t_R)</math> donc :</p> $v_2(t_R - \Delta t) = v_1 t_R \Leftrightarrow 1,4v_1(t_R - \Delta t) = v_1 t_R \Rightarrow 1,4t_R - t_R = 1,4\Delta t \Rightarrow t_R = \frac{1,4}{0,4}\Delta t = \frac{1,4}{0,4} \times 3 = 10,5 \text{ s}$ |

**Question 14**

| Réponses : <b>CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Lorsqu'elle avance sur la glace, la pierre subit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\vec{P}</math> son poids <math>\vec{P} = -mg\vec{j}</math></li> <li>• <math>\vec{R}_N</math> la réaction normale de la piste <math>\vec{R}_N = R_N\vec{j}</math></li> <li>• <math>\vec{F}</math> la force de friction <math>\vec{F} = -F\vec{i}</math></li> </ul> <p>D'après la deuxième loi de Newton : <math>\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{R}_N + \vec{F} = m\vec{a}</math></p> <p>Puisque le mouvement est rectiligne selon <math>\vec{i}</math> : <math>a_y = 0 \Rightarrow R_N - mg = 0 \Rightarrow R_N = mg</math> : <b>C VRAI</b></p> <p><math>\Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} = \vec{F} \neq \vec{0} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \neq \vec{0}</math> : <b>AB faux</b></p> <p><b>D faux</b> : Par définition du coefficient de friction cinétique : <math>F = f_c R_N = f_c mg</math></p> <p><b>E VRAI</b> : En projection selon <math>\vec{i}</math> : <math>-F = -f_c mg = ma_x \Rightarrow a_x = -f_c g \Rightarrow \ \vec{a}\  = f_c g</math></p> |

**Question 15**

| Réponse : <b>B</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>B VRAI</b> : D'après la question précédente : <math>a_x = -f_c g \Rightarrow \ \vec{a}\  = f_c g</math></p> <p>Lors du balayage, le coefficient de friction cinétique diminue, donc <math>\ \vec{a}\  = f_c g</math> <b>diminue</b>.</p> <p>Lors du mouvement, la vitesse <b>diminue</b>.</p> <p>Elle diminue fortement sans balayage, elle diminue moins avec balayage (mais elle diminue).</p> |

**Question 16**

| Réponses : <b>D</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>A faux</b> : Cette force <math>\vec{F}</math> <b>n'est pas conservative</b> puisqu'il s'agit d'une force de frottements. Par contre, sur <math>L = \ \vec{OA}\ </math>, elle est constante, colinéaire de sens opposé au mouvement sur <math>\vec{OA}</math>, donc on peut écrire <math>W_{O \rightarrow A}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{OA}</math>.</p> <p><b>BCE faux, D VRAI</b> : Par définition du coefficient de friction cinétique et comme, d'après précédemment, le poids et la réaction normale se compensent <math>F = f_c R_N = f_c mg</math></p> <p>En notant <math>\vec{OA} = L\vec{i}</math> le trajet de la pierre, on obtient : <math>W_{O \rightarrow A}(\vec{F}) = -(f_c mg)\vec{i} \cdot \vec{OA} = -f_c mgL</math></p> |

**Question 17**

Réponse : **B**

**B VRAI :** Appliquons le théorème de l'énergie cinétique  $TEC$  entre le lâcher au point  $O$  et l'immobilisation au point  $A$  :

$$\Delta E_c = \sum W_{O \rightarrow A}(\vec{F}_{ext})$$

- Les forces  $\vec{P} = -mg\vec{j}$  et  $\vec{R}_N$  sont normales à la piste donc leurs travaux sont nuls.
- D'après la question précédente,  $W_{O \rightarrow A}(\vec{F}) = -f_c mgL$

$$\Rightarrow E_c(A) - E_c(O) = W_{O \rightarrow A}(\vec{F}) \Rightarrow 0 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -f_c mgL \Rightarrow f_c = \frac{v_0^2}{2gL} = \frac{2^2}{2 \times 10 \times 25} = 8 \cdot 10^{-3}$$

**Question 18**

Réponse : **C**

**C VRAI :** On reprend la question précédente en notant  $L = 25$  m la distance parcourue sans balayage et  $L'$  la distance parcourue avec balayage. La force  $\vec{F}$  est constante sur les distances  $L' - 5$  et 5 m.

$$TEC \text{ sans balayage : } -\frac{1}{2}mv_0^2 = -f_c mgL \Rightarrow L = \frac{v_0^2}{2f_c g}$$

$$TEC \text{ avec balayage : } -\frac{1}{2}mv_0^2 = -f_c mg(L' - 5) - f_c (1 - 10\%)mg(5)$$

$$\frac{v_0^2}{2} = f_c g[(L' - 5) + 0,9 \times 5] = f_c g[L' - 0,5] \Rightarrow L' = \frac{v_0^2}{2f_c g} + 0,5 = L + 0,5 = 25,5 \text{ m}$$

**Question 19**

Réponse : **D**

**D VRAI :** D'après l'énoncé, on néglige toute forme de frottements, donc la seule force appliquée au ballon est son poids  $\vec{P} = \begin{pmatrix} 0 \\ -mg \end{pmatrix}$ .

- En appliquant la deuxième loi de Newton :  $m\vec{a} = \vec{P} \Rightarrow \vec{a}(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix}$
- Par intégration et en tenant compte de  $\vec{v}_0 = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\theta) \\ v_0 \sin(\theta) \end{pmatrix} \Rightarrow \vec{v} = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\theta) \\ -gt + v_0 \sin(\theta) \end{pmatrix}$
- Par intégration et en tenant compte du fait que le ballon est initialement au point B, donc à la hauteur  $h$  :  $\vec{r}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ h \end{pmatrix} \Rightarrow \vec{r} = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\theta)t \\ -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\theta)t + h \end{pmatrix}$

**Question 20**

Réponse : **A**

**A VRAI** : D'après  $x = v_0 \cos(\theta)t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos(\theta)}$

En substituant dans  $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\theta)t + h$  :

$$y(x) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0 \cos(\theta)}\right)^2 + v_0 \sin(\theta) \times \frac{x}{v_0 \cos(\theta)} + h = -\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_0^2 \cos^2(\theta)} + x \tan(\theta) + h$$

**Question 21**

Réponse : **E**

**E VRAI** :  $v_{\min}$  est telle que pour  $x = D$ , le ballon est à la même hauteur que le filet soit  $y(D) = H$  :

$$y(D) = -\frac{1}{2}g\frac{D^2}{v_{\min}^2 \cos^2(\theta)} + D \tan(\theta) + h = H \Rightarrow -\frac{1}{2}g\frac{D^2}{v_{\min}^2 \cos^2(\theta)} = H - (D \tan(\theta) + h)$$

$$\Rightarrow v_{\min} = \sqrt{\frac{gD^2}{2(D \tan(\theta) + h - H) \cos^2(\theta)}}$$

$v_{\max}$  est telle que pour  $x = 2D$  (limite du camp adverse), le ballon touche le sol soit  $y(2D) = 0$  :

$$y(2D) = -\frac{1}{2}g\frac{(2D)^2}{v_{\max}^2 \cos^2(\theta)} + 2D \tan(\theta) + h = 0 \Rightarrow g\frac{2D^2}{v_{\max}^2 \cos^2(\theta)} = 2D \tan(\theta) + h$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2gD^2}{(2D \tan(\theta) + h) \cos^2(\theta)}}$$

**Question 22**

Réponses : **BD**

**A faux, B VRAI** : Pour savoir si le ballon passe au-dessus du filet, il faut calculer  $y(D = 9m)$  :

$$y(D = 9m) = -\frac{1}{2} \times 10 \frac{9^2}{12^2 \cos^2(20^\circ)} + 9 \times \tan(20^\circ) + 3 \approx 3,1 \text{ m} > 2,4 \text{ m}$$

Donc le ballon passe au-dessus du filet.

**D VRAI, CE faux** : Pour savoir où se situe le ballon lorsqu'il touche le sol, il faut déterminer  $x$  quand  $y = 0$  :

$$-\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2(\theta)} + x \tan(\theta) + h = 0$$

Il s'agit d'une équation du second degré. On pose :

$$\left. \begin{aligned} a &= -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\theta)} \\ b &= \tan(\theta) \\ c &= h \end{aligned} \right\} \Rightarrow ax^2 + bx + c = 0$$

Calcul du discriminant :

$$\Delta = b^2 - 4ac = \tan^2(\theta) - 4 \times \left( -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\theta)} \right) \times h = \tan^2(\theta) + \frac{2gh}{v_0^2 \cos^2(\theta)} = \tan^2(20^\circ) + \frac{2 \times 10 \times 3}{12^2 \cos^2(20^\circ)}$$

$$\Delta \approx 0,604 > 0$$

Donc il y a deux solutions réelles :

$$\left\{ \begin{aligned} x_1 &= \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-\tan(\theta) - \sqrt{\Delta}}{2 \times \left( -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\theta)} \right)} = v_0^2 \cos^2(\theta) \times \frac{\tan(\theta) + \sqrt{\Delta}}{g} \\ x_2 &= \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-\tan(\theta) + \sqrt{\Delta}}{2 \times \left( -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\theta)} \right)} = v_0^2 \cos^2(\theta) \times \frac{\tan(\theta) - \sqrt{\Delta}}{g} \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{aligned} x_1 &= 12^2 \cos^2(20^\circ) \times \frac{\tan(20^\circ) + \sqrt{0,604}}{10} \approx 14,5 \text{ m} \\ x_2 &= 12^2 \cos^2(20^\circ) \times \frac{\tan(20^\circ) - \sqrt{0,604}}{10} \approx -5,3 \text{ m} \end{aligned} \right.$$

La solution  $x_2 \approx -5,3 \text{ m}$  n'est pas valable puisque  $x$  est forcément positif.

Donc on a  $x_1 \approx 14,5 \text{ m}$  et le ballon touche le sol dans le terrain adverse :

- à une distance de  $x_1 - D = 14,5 - 9 = 5,5 \text{ m}$  depuis le filet
- à une distance de  $2D - x_1 = 2 \times 9 - 14,5 = 3,5 \text{ m}$  avant la ligne de fond du camp adverse

**Question 23**

Réponse : **D**

**D VRAI** : Par définition de l'impulsion :  $\vec{I} = \Delta \vec{p} = m \Delta \vec{v} = m [\vec{v}' - \vec{v}]$ .

En utilisant la base orthonormée  $(\vec{e}_x, \vec{e}_y)$  :

$$\vec{I} = m \left[ \begin{pmatrix} v' \cos(\theta) \\ v' \sin(\theta) \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ -v \end{pmatrix} \right] = m \begin{pmatrix} v' \cos(\theta) \\ v' \sin(\theta) + v \end{pmatrix} \text{ de norme } I = m \sqrt{(v' \cos(\theta))^2 + (v' \sin(\theta) + v)^2}$$

$$I = m \sqrt{v'^2 (\cos^2(\theta) + \sin^2(\theta)) + 2vv' \sin(\theta) + v^2} = m \sqrt{v'^2 + v^2 + 2vv' \sin(\theta)}$$

**Question 24**

Réponse : **D**

**D VRAI** : La deuxième loi de Newton s'écrit  $\vec{I} = m \Delta \vec{v} = \vec{F} \Delta t$

$$\Rightarrow F = \frac{I}{\Delta t} = \frac{m \sqrt{v'^2 + v^2 + 2vv' \sin(\theta)}}{\Delta t} \text{ avec } m \text{ en kg, } v \text{ et } v' \text{ en m/s et } \Delta t \text{ en s :}$$

$$F = \frac{270 \cdot 10^{-3} \sqrt{\left(\frac{65}{3,6}\right)^2 + \left(\frac{8}{3,6}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{8}{3,6}\right) \times \left(\frac{65}{3,6}\right) \times \sin(10^\circ)}}{2,5 \cdot 10^{-3}} \approx 2006 \text{ N}$$

**Question 25**

Réponses : **ACE**

**A VRAI, B faux** :  $\overrightarrow{\mathcal{M}}_O(\vec{P}) = \overrightarrow{OA} \wedge \vec{P} = (d \cdot \vec{e}_x) \wedge (-mg \cdot \vec{e}_y) = -mgd \cdot \vec{e}_x \wedge \vec{e}_y = -mgd \cdot \vec{e}_z$

Avec  $-mgd < 0$ , on a donc  $\overrightarrow{\mathcal{M}}_O(\vec{P})$  orienté suivant  $(-\vec{e}_z)$ .

**C VRAI, D faux** :  $\overrightarrow{\mathcal{M}}_O(\vec{F}) = \overrightarrow{OB} \wedge \vec{F} = (\ell \cdot \vec{e}_x) \wedge (F \cdot \vec{e}_y) = \ell F \cdot \vec{e}_x \wedge \vec{e}_y = \ell F \cdot \vec{e}_z$

Avec  $\ell F > 0$ , on a donc  $\overrightarrow{\mathcal{M}}_O(\vec{F})$  orienté suivant  $\vec{e}_z$ .

**E VRAI** : La norme du moment  $\overrightarrow{\mathcal{M}}_O(\vec{F})$  vaut :  $\|\overrightarrow{\mathcal{M}}_O(\vec{F})\| = mgd$ . Donc sa dimension est :

$$\left[ \|\overrightarrow{\mathcal{M}}_O(\vec{P})\| \right] = [m] \cdot [g] \cdot [d] = M \cdot (L \cdot T^{-2}) \cdot L = M \cdot L^2 T^{-2}$$

**Question 26**

Réponses : **BC**

**A faux, B VRAI** : A l'équilibre, la somme des moments est nul. Comme on ne considère que  $\vec{P}$  et  $\vec{F}$  :

$$\vec{\mathcal{M}}_O(\vec{P}) + \vec{\mathcal{M}}_O(\vec{F}) = \vec{0} \Leftrightarrow -mgd \cdot \vec{e}_z + \ell F \cdot \vec{e}_z = \vec{0} \Leftrightarrow F = \frac{mgd}{\ell}$$

Pour le sportif S1, on a :  $F_1 = \frac{mgd_1}{\ell_1}$

Pour le sportif S2, on a :  $F_2 = \frac{mgd_2}{\ell_2}$

$$\text{Donc : } \frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{mgd_2}{\ell_2}}{\frac{mgd_1}{\ell_1}} = \frac{d_2}{d_1} \times \frac{\ell_1}{\ell_2}$$

**C VRAI, D faux** : Si un sportif S<sub>2</sub> a un avant-bras aussi long que le sportif S<sub>1</sub> et un bras de levier plus long, alors  $d_2 = d_1$  et  $\ell_2 > \ell_1$  donc  $\frac{F_2}{F_1} < 1$  soit  $F_2 < F_1$

**E faux** : Si un sportif S<sub>2</sub> a un avant-bras plus court que le sportif S<sub>1</sub> et un bras de levier identique au sportif S<sub>1</sub> alors  $d_2 < d_1$  et  $\ell_2 = \ell_1$  donc  $\frac{F_2}{F_1} < 1$  soit  $F_2 < F_1$