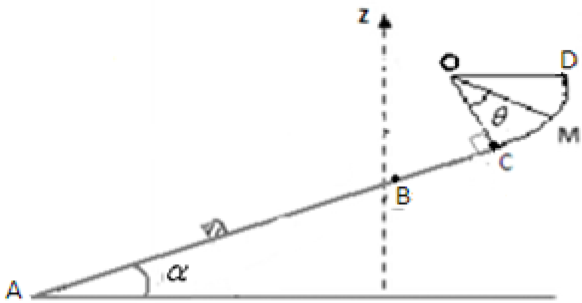
1er Exercice de physique : (7pts)

Un corps solide S de masse m=0,4kg monte le long d'un rail composé de :

-Une partie AB rectiligne de longueur AB=1m et inclinée d'un angle $\alpha = 30^o$ par rapport à l'horizontale.

- Une partie BC rectiligne de longueur BC=0,6m et inclinée d'un angle $\alpha = 30^o$ par rapport à l'horizontale.

- Une partie CD circulaire de rayon r= 0,4m de centre O , son rayon $OC \perp BC$. (voir schéma).



Les frottements sont négligeables sur AB et CD et on les considère équivalents à une force constante $\vec{f}$ sur la partie BC.

1) On applique sur le corps S une force $\vec{F}$ constante et parallèle à la ligne de plus grande pente et il part du point A sans vitesse initiale et arrive au point B avec une vitesse v_B=4 m/s.

1-1- Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le corps S sur la partie AB. (0,5.pt)

1-2- Donner l'énoncé du théorème de l'énergie cinétique. (0,5.pt)

1-3- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur S entre A et B déterminer l'intensité de la force $\vec{F}$. (1.pt)

2) Au point B on élimine la force $\vec{F}$ et le corps S continue son mouvement sur la partie BC du trajet et passe par le point C avec une vitesse v_C=1,3m/s .

On considère le plan horizontal passant par le point B comme état de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur.

2-1- Donner la variation de l'énergie potentielle de pesanteur du corps S entre B et C. (1.pt)

2-2- Donner l'expression de la variation de l'énergie mécanique du corps S entre B et C. (1.pt)

2-3- En déduire la valeur de l'intensité de la force de frottement $\vec{f}$. (0,5.pt)

3) Le corps S continue son mouvement sur la partie CD sans frottement pour arriver au point M avec une vitesse nulle.

3-1- Déterminer l'énergie mécanique du corps S au point C. (0.5.pt)

3-2-Monter que l'expression de l'énergie mécanique du corps S au point M s'écrit :

$$Em_M = m.g\{BC.\sin\alpha + r[\cos\alpha - \cos(\alpha+\theta)]\}$$ (1.pt)

3-3- En appliquant la loi de conservation de l'énergie mécanique, déterminer la valeur de l'angle θ . (1.pt)

O n donne : g=10N/kg

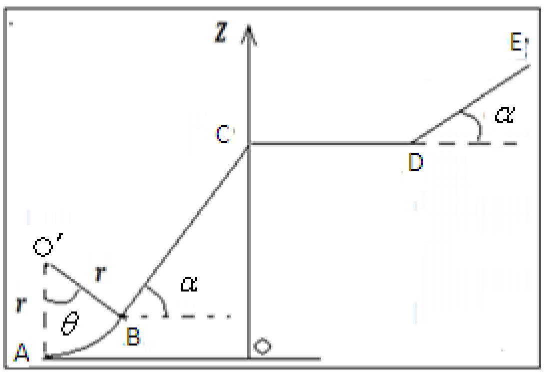
2er Exercice de physique : (6pts)

Un corps S de masse m=5kg part d'un point A avec une vitesse v_A=8m/s le long d'un rail ABCDE (voir figure).

AB :portion circulaire de rayon r=3m , le point B est repéré par l'angle $\theta = 30^o$.

CB : portion rectiligne de longueur BC=2,4m et inclinée d'un angle $\alpha = 30^o$ par rapport à l'horizontale.

DE : portion rectiligne de longueur CD=2m et inclinée de l'angle α par rapport à l'horizontale.



On considère le plan horizontal passant par le point A comme état de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur.

1) Sachant que les frottements sont négligeables le long du rail.

1-1- Déterminer les altitudes (sur l'axe oz) de chacun des points B, C, D et E. (1.pt)

1-2- Déterminer le poids du corps S durant le déplacement de A à E. (1.pt)

1-3- déterminer la vitesse v_E du corps S au point E . (1.pt)

1-4- En appliquant la loi de conservation de l'énergie mécanique, déterminer la vitesse v_C du corps au point C. (1.pt)

2) On considère que les frottements ne sont pas négligeables sur la portion CD et qu'ils sont équivalents à une force $\vec{f}$ constante et parallèle à la ligne de plus grande pente CD. On envoie le corps S du point A avec une vitesse v_A=8m/s et il passe par le point D avec une vitesse v_D=4m/s .

2-1- Déterminer l'intensité f de la force de frottement. (1.pt)

2-2- Trouver la valeur de l'altitude z_F du point F auquel le corps s'arrête. on donne g=10N/kg (1.pt)

Exercice de chimie : (7pts)

On considère la réaction de combustion de l'aluminium $A\ell$ dans le dioxygène O_2 qui produit l'alumine $A\ell_2O_3$.

1) *Ecrire puis équilibrer l'équation de la réaction.* (1.pt)

2)Compléter le remplissage du tableau d'avancement suivant en déterminant le réactif limitant . (2.pts)

Equation de la réaction		.... $A\ell$ +	.... O_2 $\longrightarrow$	..... $A\ell_2O_3$
états	avancement	Quantité de matière (en mol)		
Etat initial	0	7	6	0
Etat de transformation	x			
Etat final	x_{max}			
Composition finale du mélange	x_{max} = ...			

3) Tracer sur le graphe représentant les variations de la quantité de matière des produits et des réactifs en fonction de l'avancement x de la réaction. (2pts)

4) *Déterminer la masse d'alumine qui se forme t à la fin de la réaction .* (1.pt)

5) *Déterminer le volume de dioxygène qui reste à la fin de la réaction .* *(1pt)*

On donne : M(Al)=27g/mol , M(O)=16g/mol et le volume molaire : V_M=24L/mol

Correction

Correction du 1er Exercice de physique :

1) 1-1- Bilan des forces : $\vec{P}$ *poids du corps* .

$\vec{R}$ *: réaction du plan* $\perp$ *au plan de contant car le contact se fait sans frottement.*

$\vec{F}$ *: la force motrice .*

1-2- voir cours

1-3- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur le corps S entre A et B : $\Delta Ec_{A\to B} = W\vec{P}_{A\to B} + W\vec{R}_{A\to B} + W\vec{F}_{A\to B}$ *avec :*

$W\vec{R}_{A\to B} = 0$ *et :* $W\vec{P}_{A\to B} = -m.g.AB\sin\alpha$ *donc:* $Ec_B - Ec_A = -m.g.AB.\sin\alpha + F.AB$

Or la vitesse au point A est nulle $Ec_A = 0$ donc : $Ec_B + m.g.AB.\sin\alpha = F.AB$

$$\Rightarrow \quad Ec_B = -m.g.AB.\sin\alpha + F.AB \quad et: \quad F = \frac{(1/2).m.v_B^2 + m.g.AB.\sin\alpha}{AB}$$

$$A.N: \quad F = \frac{(1/2).0{,}4\times.4^2 + 0{,}4\times.10\times1\times.\sin30}{1} = 5{,}2N$$

2) 2-1- variation de l'énergie potentielle de pesanteur du corps S entre B et C :

$$\Delta Epp_{B\to C} = Epp_C - Epp_B = m.g(z_C - z_B) = m.g.BC.\sin\alpha$$

2-2-expression de la variation de l'énergie mécanique du corps S entre B et C

$$\underset{B\to C}{\Delta Em} = Em_C - Em_B.$$
$$= (Ec_C + Epp_C) - (Ec_B + Epp_B)$$
$$= Ec_C - Ec_B + (Epp_C - Epp_B)$$
$$= \frac{1}{2}.m(v_C^2 - v_B^2) + \underset{B\to C}{\Delta Epp}$$
$$= \frac{1}{2}m(v_C^2 - v_B^2) + m.g.BC.\sin\alpha$$

2-3- <u>Le contact se fait avec frottement sur le trajet BC , donc la variation de l'énergie mécanique est égale</u> au <u>travail de la force de frottement</u>.

$$\underset{B\to C}{\Delta Em} = \underset{B\to C}{W\vec{f}} \qquad \text{avec :} \qquad \text{donc :} \qquad \underset{B\to C}{W\vec{f}} = -f\times BC$$

$$f = \frac{-W\vec{f}}{BC} = \frac{-\Delta E_m}{BC} = \frac{-\left[0{,}5\times 0{,}4\times(1{,}3^2 - 4^2) + 0{,}4\times 10\times 0{,}6\times\sin 30\right]}{0{,}6} \approx 2{,}8N$$

3) 3-1 on a : $Epp = m.g.z + C$ et comme : $Epp = 0$ si $z = z_B$ $donc::$ $0 = m.g.z_B + C$ $\Rightarrow$ $C = -m.g.z_B$

$donc::$ $Epp = m.g.(z - z_B)$

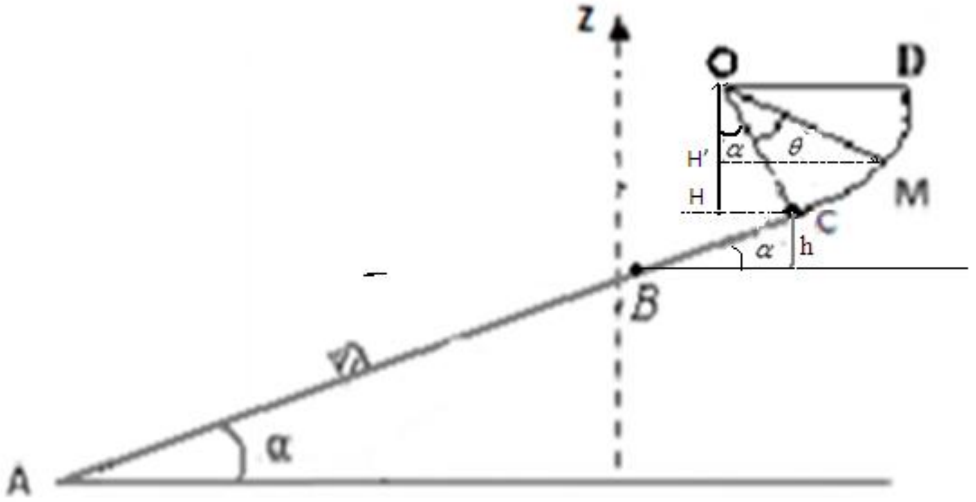
Et on a : $$Em_C = Ec_C + Epp_C = \frac{1}{2}.m.v_C{}^2 + m.g(z_C - z_B)$$

$$avec:\ z_C - z_B = BC.\sin\alpha \ \ donc:\ \ Em_C = \frac{1}{2}.m.v_C{}^2 + m.g.BC.\sin\alpha \qquad (1)$$

$$A.N: \qquad Em_C = \frac{1}{2}.\times 0{,}4.\times 1{,}3^2 + 0{,}4\times 10\times 0{,}6.\sin 30 = 1{,}538 \approx 1{,}54J$$

3-2- $$Em_M = Ec_M + Epp_M = Ec_M + m.g(z_M - z_B)$$

$$or:\ v_M = 0 \qquad donc:\ Ec_M = 0 \qquad \Rightarrow \qquad Em_M = m.g(z_M - z_B)$$



$$z_M - z_B = H'I = h + HH'$$

$$avec: \qquad h = BC.\sin\alpha$$
$$et:\ HH' = OH - OH' = r\cos\alpha - r.\cos(\alpha+\theta)$$

$$\Rightarrow \quad z_M - z_B = BC.\sin\alpha + r\cos\alpha - r.\cos(\alpha+\theta) \quad \Rightarrow \quad z_M - z_B = BC.\sin\alpha + r[\cos\alpha - .\cos(\alpha+\theta)]$$

$$alors: \quad Em_M = m.g.(BC.\sin\alpha + r[\cos\alpha - .\cos(\alpha+\theta)]) \quad (2)$$

3-3- <u>Or les frottements sont négligeables sur le trajet MC , il y'a conservation de l'énergie mécanique entre C et M</u> :

$$Em_M = Em_C \quad \Rightarrow \ d'après\ (1)\ et\ (2) \quad m.g.(BC.\sin\alpha + r[\cos\alpha - .\cos(\alpha+\theta)]) = \frac{1}{2}.m.v_C{}^2 + m.gBC.\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \quad \cancel{m.g.BC.\sin\alpha} + m.g.r.\cos\alpha - m.g.r.\cos(\alpha+\theta) = \frac{1}{2}.m.v_C{}^2 + \cancel{m.gBC.\sin\alpha} \quad \Rightarrow$$

$$m.g.r.\cos\alpha - m.g.r.\cos(\alpha+\theta) = \frac{1}{2}.m.v_C{}^2 \quad \Rightarrow \quad \cos\alpha - \cos(\alpha+\theta) = \frac{v_C{}^2}{2.g.r} \quad donc: \quad \cos(\alpha+\theta) = \cos\alpha - \frac{v_C{}^2}{2.g.r}$$

$$alors: \quad \alpha+\theta=\cos^{-1}\left(\cos\alpha-.\frac{v_C{}^2}{2.g.r}\right) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\theta=\cos^{-1}\left(\cos\alpha-.\frac{v_C{}^2}{2.g.r}\right)-\alpha}$$

$$A.N: \quad \alpha=\cos^{-1}\left(\cos30-.\frac{1{,}3^2}{2.\times10\times0{,}4}\right)-30\approx19{,}1^o$$

Autre méthode :

$$Em_M=Em_C \quad \Rightarrow \quad m.g.(BC.\sin\alpha+r[\cos\alpha-.\cos(\alpha+\theta)])=Em_C$$

$$donc: \quad BC.\sin\alpha+r\cos\alpha-.r\cos(\alpha+\theta)=\frac{Em_C}{m.g} \quad \Rightarrow \quad BC.\sin\alpha+r\cos\alpha-\frac{Em_C}{m.g}=r\cos(\alpha+\theta)$$

$$alors: \quad \cos(\alpha+\theta)=.\frac{BC.\sin\alpha}{r}+\cos\alpha-\frac{Em_C}{m.g.r} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\theta=.\cos^{-1}\left[\frac{BC.\sin\alpha}{r}+\cos\alpha-\frac{Em_C}{m.g.r}\right]-\alpha}$$

$$A.N: \quad \theta=.\cos^{-1}\left[\frac{0{,}6.\sin30}{0{,}4}+\cos30-\frac{1{,}538}{0{,}4\times10\times0{,}4}\right]-30=19{,}1^o$$

Correction du 2ème Exercice de physique :

1) 1-1- $\boxed{z_B=r-r\cos\theta=3-3.\cos30=0{,}4m}$

$\boxed{z_C=z_B+BC.\sin\alpha=2{,}4+0{,}4.\cos30=1{,}6m}$

$\boxed{z_D=z_C=1{,}6m}$

$\boxed{z_E=z_D+DE.\sin\alpha=1{,}6+2\sin30=2{,}6m}$

1-2- $\underset{A\to E}{W\vec{P}}=m.g.(z_A-z_E)=5\times10.(0-2{,}6)=130J$

1-3- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur le corps entre A et E :

$$\underset{A\to E}{\Delta E_C}=\underset{A\to E}{W\vec{P}}+\underset{A\to E}{W\vec{R}} \quad avec: \underset{A\to E}{W\vec{R}}=0 \quad donc: \frac{1}{2}.m(v_E{}^2-v_A{}^2)=\underset{A\to E}{W\vec{P}} \Rightarrow \boxed{v_E=\sqrt{v_A{}^2+\frac{2W\vec{P}_{A\to E}}{m}}}$$

$$A.N: \quad v_E=\sqrt{8^2+\frac{2.\times130}{5})}\approx3{,}4m/s$$

1-4- l'énergie potentielle de pesanteur : $Epp=m.g.z+C$ avec: Epp=0 lorsque $z=z_A=0$ donc: $C=0 \Rightarrow Epp=m.g.z$

Or les frottements sont négligeables sur le trajet AC , il y'a conservation de l'énergie mécanique entre A et C :

$$Em_A=Em_C \quad \Rightarrow \quad Ec_A+Epp_A=Ec_C+Epp_C$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}.m.v_A{}^2+m.g.z_A=\frac{1}{2}.m.v_C{}^2+m.g.z_C \quad avec: z_A=0$$

$$donc: \quad \frac{1}{2}.m.v_A{}^2=\frac{1}{2}.m.v_C{}^2+m.g.z_C \quad alors: \boxed{v_C=\sqrt{v_A{}^2-2.g.z_C}} \quad A.N:$$

$$v_A=\sqrt{8^2-2\times10\times1{,}6}=\sqrt{32}\approx6{,}7m/s$$

2) 2-1- Le contact se fait avec frottement sur le trajet CD , donc la variation de l'énergie mécanique est égale au travail de la force de frottement.

$$\underset{C\to D}{\Delta Em}=\underset{C\to D}{W\vec{f}} \Rightarrow Em_D-Em_C=-f.CD \quad donc: f=\frac{Em_C-Em_D}{CD} \Rightarrow \boxed{f=\frac{\frac{1}{2}.m.v_C{}^2+m.g.z_C-\frac{1}{2}.m.v_D{}^2-m.g.z_D}{CD}}$$

$$A.N: \quad f=\frac{\frac{1}{2}\times5\times32+5\times10\times1{,}6-\frac{1}{2}\times5\times4^2-5\times10\times1{,}6}{2}=20N$$

2-2-En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur le corps entre D et F :

$$\underset{D\to E}{\Delta E_C}=\underset{D\to F}{W\vec{P}}+\underset{D\to F}{W\vec{R}} \quad avec: \underset{D\to F}{W\vec{R}}=0 \quad donc: \underset{D\to F}{\Delta E_C}=\underset{D\to F}{W\vec{P}} \Rightarrow \underset{D\to E}{\Delta E_C}=m.g(z_D-z_F)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}.m.(v_E^{\ 2} - v_D^{\ 2}) = m.g(z_D - z_F) \quad \Rightarrow \quad v_F^{\ 2} - v_D^{\ 2} = .2g(z_D - z_E) \quad v_F = .0 \quad \Rightarrow \quad -v_D^{\ 2} = .2g(z_D - z_F)$$

$$\Rightarrow \quad z_D - z_F = \frac{-v_D^{\ 2}}{2.g} \qquad alors: z_F = z_D + \frac{v_D^{\ 2}}{2.g} \qquad A.N: \quad z_F = 1{,}6 + \frac{4^2}{2\times 10} = 2{,}4m$$

Correction de l'exercice de chimie :

1) équation de la réaction : $4\ Al \ + \ 3\ O_2 \ \rightarrow \ 2\ Al_2O_3$

2) Tableau d'avancement :

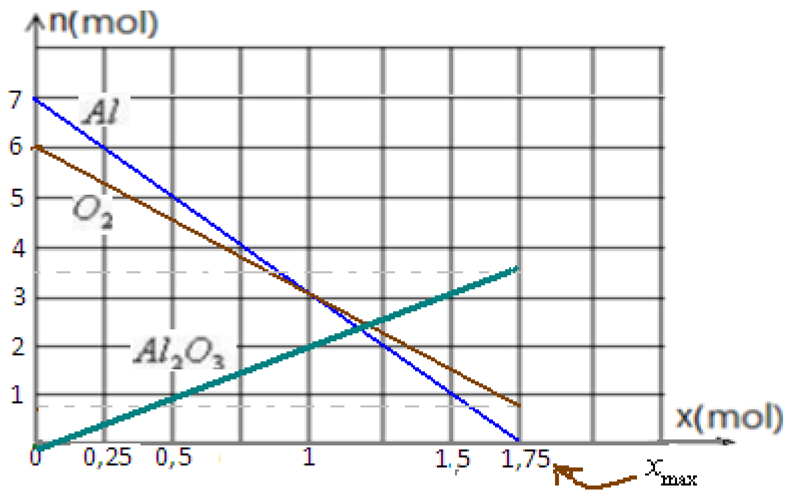
Equation de la réaction		$....\ Al$ +	$....\ O_2$ →	$.....\ Al_2O_3$
états	avancement	Quantité de matière (en mol)		
Etat initial	0	7	6	0
Etat de transformation	x	$7-4x$	$6-3x$	$2x$
Etat final	$x_{\max}$	$7-4x_{\max}$	$6-3x_{\max}$	$2x_{\max}$
Composition finale du mélange	$x_{\max} = 1{,}75$	0	0,75	3,5

-on suppose que Al est le réactif limitant : $7-4x_{\max} = 0 \ \Rightarrow x_{\max} = \frac{7}{4} = 1{,}75mol$

-on suppose que O_2 est le réactif limitant : $6-3x_{\max} = 0 \ \Rightarrow x_{\max} = \frac{6}{3} = 2mol$

On a : $1{,}75mol < 2mol$ or le réactif limitant est celui utilisé en défaut : $x_{\max} = 1{,}75mol$: donc c'est Al qui est limitant.

3)



4) la masse d'alumine qui se forme t à la fin de la réaction :

$$m_f(Al_2O_3) = n_f(Al_2O_3) \times M(Al_2O_3) = 3{,}5mol \times 102g/mol = 357g$$

5) Or la quantité de matière de O_2 initial est : 6 mol sa **quantité de matière** final est : 0,75mol

Donc la quantité de matière de O_2 consommée est : 6-0,75=5,25mol

le volume de dioxygène qui reste à la fin de la réaction :

$$V(O_2) = n\ (O_2) \times V_m = 5{,}25mol \times 24L/mol = 126L$$