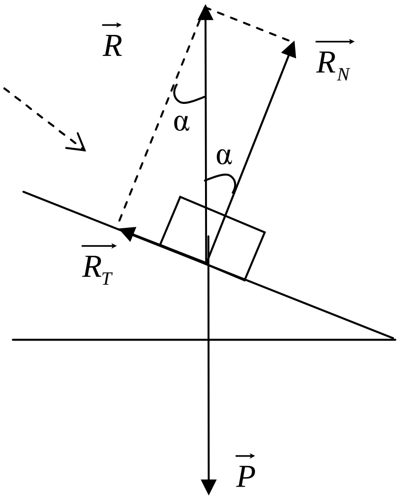
CORRECTION DU DS N°5

Exercice n°1 : Solide glissant avec frottements sur un plan incliné : *9pts*

1) On étudie comme système le solide S dans le référentiel terrestre lié au plan incliné considéré galiléen :
0.5pt Le centre inertie de S est animé d'un mouvement rectiligne uniforme, donc par application du principe d'inertie, la somme vectorielle des forces est nulle : $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$.

0.5pt 2) Le vecteur $\vec{P}$ est vertical vers le bas, le vecteur $\vec{R}$ est donc vertical vers le haut tel que :
R=P=m*g=3,5*9,8=34N

1pt

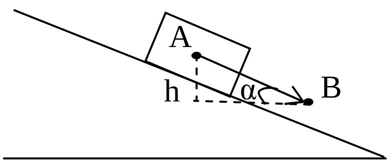


3) A l'aide de relations trigonométriques dans un triangle rectangle,
On peut écrire :
1pt R_N = R×cos α = 34×cos 30.0 = 29 N
1pt R_T = R×sin α = 34×sin 30.0 = 17 N

Par application du théorème de Pythagore :
$R^2 = R_N^2 + R_T^2$

0.5pt 4) $\vec{R_N}$ est normale au vecteur déplacement $\vec{AB}$ donc $W_{AB}(\vec{R_N}) = 0$.
0.5pt $\vec{R_T}$ est colinéaire au vecteur déplacement mais de sens opposé donc :
$W_{AB}(\vec{R_T}) = \vec{R_T} \bullet \vec{AB} = -R_T \times AB = -17.2 \times 2.00 = -34J$
0.5pt Le travail de la force de frottement est résistant.
0.5pt Dans ce cas ci, le travail du poids est moteur, et nous savons qu'il ne dépend que de la différence d'altitude :

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times h \text{ avec } h = AB \times \sin\alpha = 1.0m$$



Finalement :
0.5pt $$W_{AB}(\vec{P}) = 3.50 \times 9.81 \times 1.0 = 34J$$

La somme des travaux des force appliquées à ce solide animé d'un mouvement de translation rectiligne uniforme est nulle :
0.5pt
$$W_{AB}(\vec{R_T}) + W_{AB}(\vec{R_N}) + W_{AB}(\vec{P}) = 0$$

0.5pt 5) Le trajet AB est parcouru en une durée : $\Delta t = \frac{AB}{v} = \frac{2.0}{0.25} = 8.0s$

La puissance d'une force est définie par P=$\frac{W}{\Delta t}$. On obtient les valeurs numériques suivantes :

*3*0.5pt* $P(\vec{R_N}) = 0$; $P(\vec{R_T}) = -4.3W$; $P(\vec{P}) = 4.3W$

Exercice n°2 : Mouvement sans frottements sur un plan incliné : *8pts*

1) Le mobile est en translation rectiligne. Les forces qu'il subit sont : le poids $\vec{P}$ et $\vec{F}$ la force du coussin
0.5pt d'air. $\vec{F}$ est perpendiculaire au vecteur déplacement $\vec{AB}$ du centre d'inertie du mobile : $W_{AB}(\vec{F})$=0.
Le théorème de l'énergie cinétique appliqué au solide en translation s'écrit donc :
1pt $$\frac{1}{2} \times m \times v^2 = W_{AB}(\vec{P}) \text{ avec } W_{AB}(\vec{P}) = m*g*D*\sin\alpha$$
On rappelle que le travail du poids ne dépend que de la différence d'altitude, égale ici, quand le mobile parcourt la distance D, à D*sin α (de plus, il est moteur dans cette question)
0.5pt Donc : v = $\sqrt{2gD\sin\alpha} = 3,56m/s$

2) On applique de nouveau le théorème de l'énergie cinétique, mais cette fois-ci entre O et S :

0.5pt $E_C(S) - E_C(O) = W_{OS}(\vec{P})$

Comme en S, v = 0, on a : $-1/2*mv_0^2 = -m*g*x_S*\sin\alpha$ (travail du poids résistant ici !)

0.5pt D'où $v_0 = \sqrt{2*g*x_S*\sin\alpha} = 2{,}52$ m/s

3) Evolution énergétique :

a. On sait que $E_{PP} = m*g*z$ en prenant un axe des z vertical ascendant. Le point correspondant à z = 0 correspond à celui où le mobile serait sur une piste horizontale prolongeant le banc incliné.
1pt Donc ici $z = x*\sin\alpha$ et $\mathbf{E_{PP}} = m*g*x*\sin\alpha$ (on retrouve le travail du poids !).
= 0.711*x

0.5pt b. On peut écrire : $E_C(M)-E_C(O) = W_{OM}(\vec{P})$ avec $E_C(O) = ½*m*v_0^2=0.889$ J

1pt et $W_{OM}(\vec{P}) = - m*g*x*\sin\alpha = -0.711*x$

(On vérifie que le travail de $\vec{P}$ est négatif si M est au dessus de O)

0.5pt d'où $\mathbf{E_C = 0.889 - 0.711*x}$

c. Si on somme les deux types d'énergie : $\mathbf{E_{PP} + E_C} = 0.711*x + 0.889 - 0.711*x$
1pt **= 0.889 J**

1pt On obtient une **énergie totale constante** ce qui est tout à fait normal puisque le mobile glisse sans frottements, et que donc il n'y a **pas de dissipation d'énergie** au cours du mouvement (principe de conservation).

Exercice n°3 : Réaction entre l'acide chlorhydrique et la soude : *4pts*

*2*0.25pt* 1) Les ions oxonium $H_3O^+_{(aq)}$ provenant de l'acide chlorhydrique et les ions hydroxyde $OH^-_{(aq)}$ provenant de la soude réagissent ensemble.

2) Les couples acides/bases sont :

*2*0.5pt* H_3O^+ / H_2O : $H_30^+_{(aq)} = H_2O_{(l)} + H^+$

*2*0.5pt* H_2O / OH^- : $HO^-_{(aq)} + H^+ = H_2O_{(l)}$

1pt 3) Equation de la réaction : $H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2\ H_2O_{(l)}$

0.5pt 4) Les ions $Cl^-_{(aq)}$ de l'acide chlorhydrique et les ions $Na^+_{(aq)}$ de la soude ne réagissent pas, ce sont des ions spectateurs.

Exercice n°4 : Réaction acido-basique effervescente : *11pts*

0.5pt 1) L'hydrogénocarbonate de sodium a pour formule $NaHCO_{3(s)}$. La dissolution de ce solide dans l'eau donne des ions sodium et des ions hydrogénocarbonate selon la réaction :

1pt $$NaHCO_{3\,(s)} \rightarrow Na^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)}$$

2) Les couples mis en jeu sont :

*2*0.5pt* $CO_{2(g)}, H_2O_{(l)} / HCO_3^-{}_{(aq)}$ et $CH_3COOH_{(aq)} / CH_3COO^-_{(aq)}$

3) Ecrivons les demi-équations acido-basiques :

0.5pt $$HCO_3^-{}_{(aq)} + H^+ = CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

0.5pt $$CH_3COOH_{(aq)} = CH_3COO^-_{(aq)} + H^+$$

1pt $$CH_3COOH_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$$

0.5pt Le gaz produit est donc du dioxyde de carbone.

4) Effectuons le tableau d'avancement du système :

Equation		$CH_3COOH_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$				
Etat du système	Avancement (x en mol)	$n_{CH3COOH(aq)}$	$n_{HCO3-(aq)}$	$n_{CH3COO-(aq)}$	$n_{CO2(g)}$	$n_{H2O(l)}$
Initial	x = 0	Excès	n_i	Excès	0	Excès
Au cours de la transformation	x	Excès	$n_i - x$	Excès	x	Excès
Final	$x_{max} = 3{,}7*10^{-3}$	Excès	$n_i - x_{max} = 0$	Excès	$x_{max} = 3{,}7*10^{-3}$	Excès

0.25pt *0.75pt* *0.25pt* *0.75pt* *0.25pt*

On connaît le volume de dioxyde de carbone dégagé donc on peut en déduire la quantité de matière de

1pt $CO_{2(g)}$: $n = \dfrac{V}{Vm} = \dfrac{89*10^{-3}}{24{,}0} = 3{,}7*10^{-3}\,mol$

0.25pt Du coup, nous avons la valeur de x_{max} : $x_{max} = 3{,}7*10^{-3}$ mol

0.5pt 5) L'acide acétique étant en excès, il va faire réagir la totalité de l'hydrogénocarbonate introduit au départ. On a donc : $n_i(HCO_3{}^-{}_{(aq)}) = x_{max} = 3{,}7*10^{-3}$ mol (voir tableau)

0.5pt La masse correspondante se calcule par l'intermédiaire de la masse molaire moléculaire :

$$M(NaHCO_3) = 23{,}0 + 1{,}00 + 12{,}0 + 3*16{,}0 = 84{,}0 \text{ g/mol}$$

0.5pt Alors si on nomme m' la masse d'hydrogénocarbonate de sodium qui a réagi :

$$m' = n_i*M = 3{,}7*10^{-3}*84{,}0 = 0{,}31\text{g}$$

1pt 6) Pour connaître le pourcentage massique du produit commercial en hydrogénocarbonate de sodium, on effectue le calcul :

$$\frac{m'}{m}*100 = \frac{0{,}31}{2{,}0}*100 = 16\%$$

Exercice n°5 : Détermination de la teneur en SO_2 d'une eau polluée : *10pts*

0.5+ 1pt 1) Couple $SO_4{}^{2-}$ / SO_2 : $SO_4{}^{2-}{}_{(aq)} + 4\,H^+{}_{(aq)} + 2\,e^- = SO_{2(aq)} + 2\,H_2O_{(l)}$

1pt 2) Couple : $Cr_2O_7{}^{2-}/Cr^{3+}$: $Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)} + 14\,H^+{}_{(aq)} + 6\,e^- = 2\,Cr^{3+}{}_{(aq)} + 7\,H_2O_{(l)}$

3) Demi-équations électroniques et équation de la réaction :

0.5pt : coeff

$$Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)} + 14\,H^+{}_{(aq)} + 6\,e^- = 2\,Cr^{3+}{}_{(aq)} + 7\,H_2O_{(l)} \qquad \times 1$$

$$SO_{2(aq)} + 2\,H_2O_{(l)} = SO_4{}^{2-}{}_{(aq)} + 4\,H^+{}_{(aq)} + 2\,e^- \qquad \times 3$$

1pt

$$Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)} + 3SO_{2(aq)} + 2H^+{}_{(aq)} \rightarrow 2Cr^{3+}{}_{(aq)} + 3SO_4{}^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

4) Teneur en SO_2 de l'eau polluée :

0.5pt a. Quantité initiale d'ions dichromate :

$$n(Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)}) = c*V = 5{,}0*10^{-3} \times 10*10^{-3} = 5{,}0*10^{-5} \text{ mol}$$

Tableau d'avancement du système :

Equation		$Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)} + 3SO_{2(aq)} + 2H^+{}_{(aq)} \rightarrow 2Cr^{3+}{}_{(aq)} + 3SO_4{}^{2-}{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$					
Etat du système	Avancement (x en mol)	$n(Cr_2O_7{}^{2-}{}_{(aq)})$	$n(SO_{2(aq)})$	$n(H^+{}_{(aq)})$	$n(Cr^{3+}{}_{(aq)})$	$n(SO_4{}^{2-}{}_{(aq)})$	$n(H_2O_{(l)})$
Initial	x = 0	$5{,}0*10^{-5}$	n_0	Excès	0	0	Excès
Au cours de la transformation	x	$5{,}0*10^{-5}$ - x	$n_0 - 3x$	Excès	2x	3x	Excès
Final	$x_{max} = 5.0*10^{-5}$	0	0	Excès	$2x_{max}$	$3x_{max}$	Excès
		0.75pts	0.75pts	0.25pts	0.75pts	0.75pts	0.25pts

b. Au moment où le mélange est passé au vert on a :

0.5pt $5{,}0*10^{-5} - x_{max} = 0$ et $n_0 - 3x_{max} = 0$

Alors $x_{max} = 5{,}0*10^{-5}$ mol

0.5pt c. On peut donc calculer n_0 : $n_0 = 3*x_{max} = 3*5{,}0*10^{-5} = 1.5*10^{-4}$ mol

Cette quantité de matière est présente dans un volume de 7.5 mL d'eau polluée, donc la concentration de cette eau est :

1pt $c = \dfrac{n}{V} = \dfrac{1.5*10^{-4}}{7.5*10^{-3}} = 2.0*10^{-2}$ mol/L