

Exercice 1 : Étude du TGV 8060 à destination de Paris Montparnasse

1- Vitesse moyenne du TGV :

Par définition on a : $v = \frac{l}{\Delta t}$

Avec $l = 373,2 \text{ km} = 373,2 \times 10^3 \text{ m}$

$\Delta t = 2\text{h}05 = 2 \times 3600 + 5 \times 60 = 7,5 \times 10^3 \text{ s}$

Soit $v = \frac{373,2 \times 10^3}{7,5 \times 10^3}$ 0,5

D'où $v = 50 \text{ m.s}^{-1} = 180 \text{ km.h}^{-1}$ 0,5

2-a) Relation entre \vec{F} et \vec{f} :

Lorsque le TGV roule de manière rectiligne uniforme, cela signifie d'après la première loi de Newton que la résultante des forces s'appliquant au système est nulle, soit : 0,5

$$\vec{F} + \vec{f} + \vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$$

Or sachant que $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$ on en déduit donc que $\vec{F} + \vec{f} = \vec{0}$ 0,5

2-b) Forces qui travaillent ?

Les forces \vec{P} et \vec{R} ne travaillent pas car leur direction est perpendiculaire à la direction du mouvement. 0,5

Les forces \vec{F} et \vec{f} ont un point d'application qui se déplace et leur direction n'est pas perpendiculaire au mouvement. Ces deux forces exercent donc un travail. 0,5

2-c) Travail moteur ou résistant ?

La force \vec{F} ayant le même sens que le déplacement de son point d'application, on en déduit que son travail est moteur. Au contraire, le sens de la force \vec{f} fait que son travail est négatif, donc résistant. 1

3-a) Énergie cinétique du train lorsqu'il est immobile :

$E_{C(0)} = 0 \text{ J}$ car la vitesse du train est nulle (il est immobile). 0,5

3-b) Énergie cinétique du train lorsqu'il est en mouvement :

$$E_C = \frac{1}{2} \times m \times v_G^2$$
 0,5

Ou $v_G = 300 \text{ km.h}^{-1} = \frac{300}{3,6} = 83,3 \text{ m.s}^{-1}$ est la vitesse du train

et $m = 485 \text{ t} = 485 \times 10^3 \text{ kg}$.

Soit $E_{C(300)} = \frac{1}{2} \times 485 \times 10^3 \times 83,3^2$

$E_{C(300)} = 1,68 \text{ GJ}$ 0,5

3-c) Théorème de l'énergie cinétique :

Dans un référentiel galiléen, la variation d'énergie cinétique d'un solide en translation entre deux points A et B, est égale à la somme des travaux des forces s'exerçant sur le solide entre les points A et B :

$$\Delta E_C = E_C(B) - E_C(A) = \Sigma W_{AB}(\vec{F}_i)$$
 1

4) Travail de la force de frottement pendant l'accélération :

On applique le théorème de l'énergie cinétique lors de l'accélération de 0 à 300 km.h⁻¹ :

$$E_{C(300)} - E_{C(0)} = W(\vec{F}) + W(\vec{f})$$

Soit

$$W(\vec{f}) = E_{C(300)} - E_{C(0)} - W(\vec{F})$$

Avec : $E_{C(300)} = 1,68 \text{ GJ}$

$$E_{C(0)} = 0 \text{ J}$$

$$W(\vec{F}) = P \times \Delta t \quad (\text{ou } P \text{ est la puissance de la force de traction, donc la puissance des motrices du TGV}).$$

0,5

$$P = 8800 \text{ kW} = 8800 \times 10^3 \text{ W} ; \Delta t = 6 \text{ min } 30 \text{ s} = 6 \times 60 + 30 = 390 \text{ s}.$$

Soit : $W(\vec{f}) = E_{C(300)} - P \times \Delta t$

AN : $W(\vec{f}) = 1,68 \times 10^9 - 8800 \times 10^3 \times 390$

$$W(\vec{f}) = -1,75 \times 10^9 \text{ J} \quad 1$$

Ce travail est bien négatif donc résistant (conforme aux résultats précédents).

Exercice 2 : *Un petit tour à la fête foraine*

I) Étude du mouvement circulaire uniforme de la nacelle :

1-1) On choisit d'étudier la nacelle dans le référentiel terrestre qui est supposé galiléen. 0,5

1-2) Deuxième loi de Newton :

Dans un référentiel galiléen, si le vecteur vitesse \vec{v}_G du centre d'inertie varie, alors la somme des forces qui s'appliquent sur le solide n'est pas nulle. Sa direction, et son sens sont ceux de la variation de \vec{v}_G entre deux instants proches. 1

1-3) Direction et sens de $\Delta \vec{v}$:

D'après la deuxième loi de Newton, $\Delta \vec{v}$ a même sens et même direction que \vec{F} . 1

1-4) La résultante des forces \vec{F} ne travaille pas car sa direction est toujours perpendiculaire à la direction du mouvement de son point d'application (on a chaque instant \vec{F} et \vec{v} qui sont perpendiculaires). 1

II) Etude énergétique :

2-2-1) Travail du poids au cours de l'ascension :

Par définition le travail du poids s'appliquant à un système dont l'altitude varie de z_A jusqu'à z_B vaut :

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_B) \quad 0,5$$

Ce qui nous donne :

$$W(\vec{P}) = m \times g \times (0 - z_{\max}) = -m \times g \times z_{\max}$$

AN:

$$W(\vec{P}) = -960 \times 9,81 \times 60$$

$$W(\vec{P}) = -5,7 \times 10^5 \text{ J} \quad 0,5$$

2-1-2) Travail moteur ou résistant :

La valeur du travail du poids étant négative, on en déduit que ce travail est résistant. Ce qui est confirmé par le fait que le poids soit de sens opposé au mouvement lors d'une ascension. 0,5

2-2-1) Énergie potentielle à l'altitude z_{\max} :

On a : $E_{P_{\max}} = m \times g \times z_{\max} \quad 0,5$

AN : $E_{P_{\max}} = 960 \times 9,81 \times 60$

$$E_{P_{\max}} = 5,7 \times 10^5 \text{ J} \quad 0,5$$

On constate donc que $E_{P_{\max}} = -W(\vec{P}) \quad 0,5$

2-2-2) Énergie cinétique à l'altitude z_{\max} :

À l'altitude z_{\max} , la nacelle est immobile donc son énergie cinétique est nulle. Soit $E_{\text{cmin}} = 0\text{J}$. 0,5

2-3-1) Variations des énergies potentielle et cinétique :

Au cours de la chute, l'altitude de la nacelle diminue alors 0,5 que sa vitesse augmente. Nous en déduisons donc que l'énergie potentielle de pesanteur de la nacelle diminue au cours du mouvement alors que son énergie cinétique augmente. 0,5

2-3-2) Valeur maximale de l'énergie cinétique :

Sachant que la totalité de l'énergie potentielle est convertie en énergie cinétique au cours du mouvement on en déduit donc que :

$$E_{\text{Cmax}} = E_{\text{Pmax}} = 5,7 \times 10^5 \text{ J} \quad 1$$

2-3-3) Vitesse maximal de la nacelle :

On a : $E_{\text{Cmax}} = \frac{1}{2} \times m \times v_{\text{max}}^2$ 0,5

Donc $v_{\text{max}}^2 = \frac{2 \times E_{\text{Cmax}}}{m}$

Soit $v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \times E_{\text{Cmax}}}{m}}$ 0,5

AN : $v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 \times 5,7 \times 10^5}{960}}$

$$v_{\text{max}} = 34 \text{ m.s}^{-1} = 120 \text{ km.h}^{-1} \quad 1$$

Exercice 3 : Dosage d'un détartrant cafetière

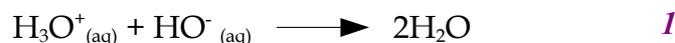
1-a) Un acide au sens de Brönsted est une espèce chimique capable de céder un ion hydrogène H^+ . 0,5

1-b) Une base au sens de Brönsted est une espèce chimique capable de capter un ion hydrogène H^+ . 0,5

2) Équation de la réaction de l'acide sulfamique avec l'eau :



3-1) Équation de la réaction de dosage :



3-2) Équivalence d'un dosage :

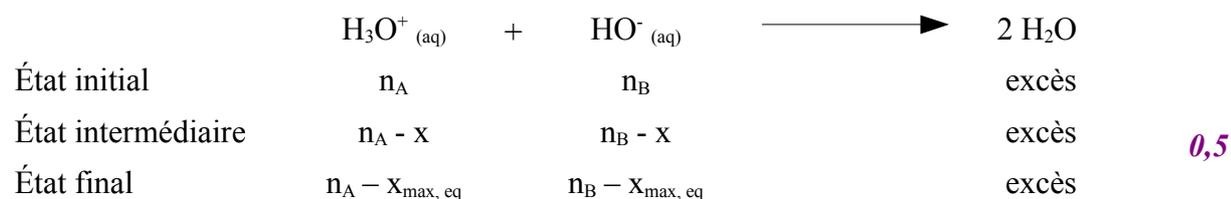
L'équivalence d'un dosage est définie comme l'état final du système pour lequel les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. 1

3-3) Volume d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence :

Lors d'un dosage pas suivi conductimétrique, on repère l'équivalence par l'intersection des deux portions de droites. L'abscisse de ce point nous donne la valeur du volume de réactif titrant versé pour atteindre l'équivalence, à savoir ici : $V_E = 10,2 \text{ mL}$. 0,5

3-4) Expression de C_A :

Réalisons un tableau d'avancement de la réaction de dosage à l'équivalence :



0,5

A l'état final on a $n_A - x_{\text{max, eq}} = n_B - x_{\text{max, eq}} = 0$ 0,5

Donc $x_{\text{max, eq}} = n_A = n_B$

D'où $C_A \times V_A = C_B \times V_E$

Et donc
$$C_A = \frac{C_B \times V_E}{V_A} \quad 0,5$$

3-5) Valeur de C_A :

$$C_A = \frac{5,00 \times 10^{-1} \times 10,2}{20,0}$$

$$C_A = 2,55 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \quad 0,5$$

4-1) Quantité de matière n_0 d'acide sulfamique contenue dans le sachet :

Réalisons un tableau d'avancement de la réaction de l'acide sulfamique avec l'eau :

	$\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}_{(\text{s})}$	+	H_2O	\longrightarrow	$\text{NH}_2\text{SO}_3^-_{(\text{aq})}$	+	$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
État initial	n_0		excès		0		0
État intermédiaire	$n_0 - x$		excès		x		x
État final	$n_0 - x_{\text{max}}$				x_{max}		$x_{\text{max}} = n_A$

A l'état final nous avons : $n_0 - x_{\text{max}} = 0$ d'où $x_{\text{max}} = n_0$ 0,5

On en déduit alors que $n_A = x_{\text{max}} = n_0$

Soit $n_0 = n_A = C_A \times V_A = 2,55 \times 10^{-1} \times 1,00$

$$n_0 = 2,55 \times 10^{-1} \text{ mol} \quad 0,5$$

4-2) Masse d'acide sulfamique contenue dans le sachet :

$$m_0 = n_0 \times M_{\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}} = n_0 \times (M_{\text{N}} + M_{\text{S}} + 3 \times M_{\text{O}} + 3 \times M_{\text{H}}) \quad 0,5$$

$$m_0 = 2,55 \times 10^{-1} \times (14,0 + 32,1 + 3 \times 16,0 + 3 \times 1,0)$$

$$m_0 = 24,7 \text{ g} \quad 0,5$$

Un sachet de 25g de détartrant cafetière contient 24,7g d'acide sulfamique, soit près de 99%.

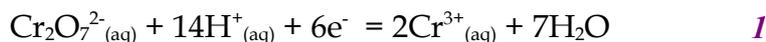
0,5

Exercice 4 : Comprendre le principe de fonctionnement d'un alcootest

1-a) Un oxydant est une espèce chimique capable de capter un ou plusieurs électrons. 1

1-b) Un réducteur est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs électrons. 1

2-a) Demi équation du couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$:

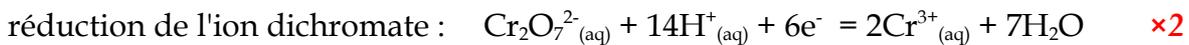
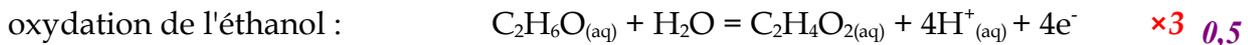


2-b) L'espèce qui capte les 6 électrons est l'ion dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}_{(\text{aq})}$. Il est donc l'oxydant du couple alors que l'ion chrome (III) est le réducteur. 1

3- Demi-équation du couple $C_2H_4O_2 / C_2H_6O$:



4- Équation de la réaction entre l'ion dichromate et l'éthanol : 0,5



5- Fonctionnement de l'alcootest :

Les alcootest chimiques sont constitués de cristaux de dichromate de potassium. Si l'air expiré contient de l'éthanol, ce dernier va réduire les cristaux oranges de dichromate de potassium en ion chromes (III) qui sont verts. Ainsi si l'alcootest vire au vert, c'est que la personne testée a consommé de l'alcool. Elle devra alors souffler dans un éthylomètre ou faire une prise de sang pour fixer le taux d'alcoolémie. 2

6- Bonus :

Sachant que la limite d'alcoolémie fixée par le code de la route est de $0,50g.L^{-1}$ de sang, et que la concentration d'alcool dans le sang est 2000 fois supérieure à la concentration d'alcool dans l'air que nous expirons, on en déduit la limite d'alcoolémie en $g.L^{-1}$ d'air expiré :

$$\frac{0,50}{2000} = 0,25 \times 10^{-3} g.L^{-1} = 0,25 mg.L^{-1} \text{ d'air expiré.} \quad +1$$

Il suffit donc tout simplement de multiplier par 2 la valeur donnée par l'éthylomètre en mg/L d'air expiré pour avoir le taux en g/L de sang.

Quelques rappels utiles :

- En France la limite d'alcoolémie au volant a été fixée à $0,5g.L^{-1}$ de sang (soit $0,25 mg/L$ d'air expiré). Au delà, on risque une contravention de 4e classe, avec une amende de 135€ et un retrait de 6 points sur son permis de conduire, ainsi qu'une suspension du permis pouvant aller jusqu'à 3 ans en cas de passage au tribunal (décision du procureur de la République ou contestation du contrevenant).
- Une alcoolémie supérieure à $0,8g.L^{-1}$ de sang (soit $0,4 mg/L$ d'air expiré) est considéré comme un délit qui peut se traduire en plus du retrait de 6 points, par une immobilisation immédiate du véhicule, d'une mise en garde à vue (sur décision d'un officier de police judiciaire) et d'une rétention immédiate du permis de conduire de 72h. Le préfet peut alors prendre une mesure de rétention administrative du permis de conduire ne pouvant excéder 6 mois. Le passage au tribunal correctionnel peut ensuite conduire à une peine d'emprisonnement pouvant aller jusqu'à 2 ans, une amende pouvant aller jusqu'à 4500€, et une suspension ou annulation de permis d'une durée ne pouvant excéder 3 ans. En cas d'accident sous l'empire d'un état alcoolique impliquant des blessures graves ou un décès, la peine d'emprisonnement peut atteindre 10 ans et l'amende 150 000€.
- En cas d'accident sous l'empire d'un état alcoolique, un automobiliste ne sera plus couvert par son assurance. Il ne touchera aucune indemnité ni pour son véhicule, ni pour ses blessures (invalidité, indemnités journalières ...) quelque soit le contrat souscrit. Il ne sera pas défendu par son assurance au tribunal, qui conserve en outre le droit de résilier le contrat d'assurance sans attendre l'échéance ou d'appliquer une majoration pouvant aller jusqu'à 400% de la prime d'assurance.
- L'alcool est à l'origine de 34% des accidents mortels toute l'année et est impliqué dans la moitié de ces accidents survenus le week-end et reste la principale cause des accidents mortels touchants les jeunes de 18 à 24 ans.