

Devoir maison

A. Physique et mécanique.

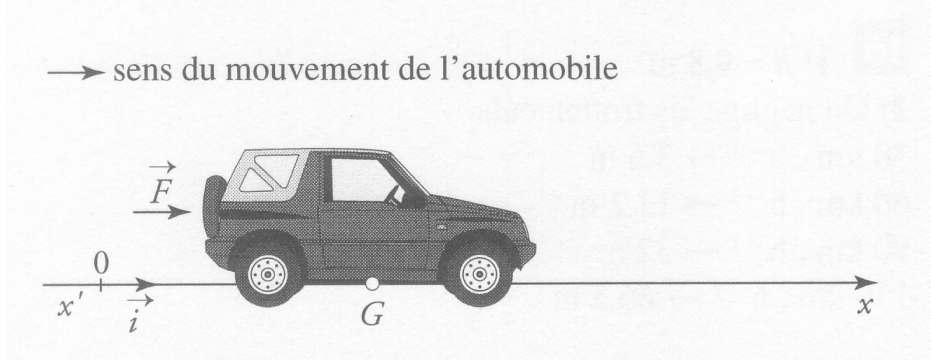
Un jouet pour enfant, une « petite voiture », est assimilable à un solide en translation de masse $m = 120,0 \text{ g}$. Elle peut être poussée par la main de l'enfant.

Les différentes parties de ce problème sont indépendantes. Pour toute les parties, $g = 9,81 \text{ SI}$

I. Première partie : la voiture se déplace de O à A.

Le démarrage de l'automobile sur la table rectiligne et horizontale commence par une phase d'accélération pendant laquelle l'enfant qui la pousse exerce une force constante F parallèle au déplacement dirigée vers l'avant. Dans cette question, on admettra qu'aucune force ne s'oppose à l'avancement de l'automobile. On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie G de l'automobile.

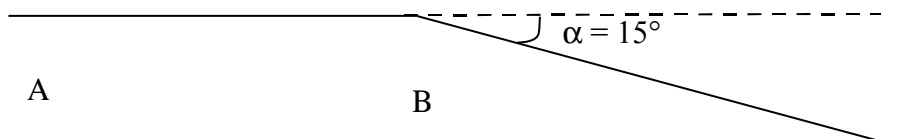
A la date $t=0$, instant de démarrage, G se trouve à l'origine de l'axe O avec une vitesse nulle (figure 1).



1. Effectuer le bilan de forces extérieures agissant sur l'automobile (sans en préciser les caractéristiques) et les représenter appliquées en G .
2. Utiliser la deuxième loi de Newton pour montrer que le mouvement est accéléré.
3. L'automobile atteint la vitesse $v_A = 1,8 \text{ km.h}^{-1}$ après un parcours de $OA = 600 \text{ mm}$.
 - a. Pourquoi l'énergie cinétique de l'automobile augmente-t-elle ?
 - b. Après avoir appliqué le théorème de l'énergie cinétique à l'automobile, exprimer la valeur de \vec{F} en fonction de v_A , OA , m .
 - c. Calculer la valeur de \vec{F}

II. Deuxième partie : la voiture se déplace de A à C.

Après avoir effectué le parcours OA au cours duquel la voiture a atteint la vitesse de $1,8 \text{ km.h}^{-1}$, celle-ci est libérée de l'action de poussée au point A . Elle arrive alors sur une portion de route schématisée sur la figure ci-dessous (le dessin n'est pas à l'échelle) :



- AB est rectiligne parfaitement horizontale de longueur L_1 .
- BC est rectiligne de longueur L_2 faisant un angle $\alpha = 15^\circ$ avec l'horizontale. X

Dans toute cette partie, les frottements sont négligés pour la partie AB . Sur la partie BC , ils sont équivalents à une force \vec{f} de valeur constante.

1. L'automobile arrive en B . Justifier, sans calculs, que $v_B = 1,8 \text{ km.h}^{-1}$.
2. L'automobile arrive en C avec une vitesse $v_C = 1,8 \text{ km.h}^{-1}$ après avoir parcouru une distance BC de $L_2 = 150 \text{ mm}$.
 - a. Représenter les forces extérieures agissant sur l'automobile, assimilée à G , sur le tronçon BC ci-dessous :

b. En utilisant première loi de Newton, exprimer la valeur de \vec{f} en fonction de m , g et α .

c. Calculer la valeur de \vec{f}

II. Troisième partie : la voiture tombe au sol.

En arrivant en C, qui est le bord de la table, avec une vitesse $v_c = 1,8 \text{ km.h}^{-1}$, le jouet tombe au sol. Soit D le point d'impact. On négligera les forces de frottement dues à l'air lors de cette chute.

1. L'énergie mécanique du jouet se conserve-t-elle entre C et D ?
2. Sachant que $v_D = 14,4 \text{ km.h}^{-1}$, exprimer puis calculer h , la hauteur de la table.

B. Chimie : alcoolémie et oxydo-réduction. (les 2 parties sont indépendantes)

I. Première partie :

Une personne de masse $m = 80 \text{ kg}$ consomme de l'alcool au cours d'un repas : elle boit 3 verres de vin (1 verre = 20 cL). Le vin est une boisson contenant 13 % d'éthanol en volume. La masse volumique de l'éthanol est de $0,80 \text{ g.mL}^{-1}$. Une demi-heure après le repas, le taux d'alcoolémie sanguin théorique τ_1 est maximum, il correspond à la masse d'éthanol (exprimée en grammes) dissoute par litre de sang et peut se calculer selon la formule de Widmark :

$$\tau_1 = \frac{m_A}{0,7 \cdot m} \quad \text{ou} \quad \left\{ \begin{array}{l} m_A : \text{la masse d'éthanol exprimée en g ingérée par la personne} \\ m : \text{la masse de la personne exprimée en kg} \end{array} \right.$$

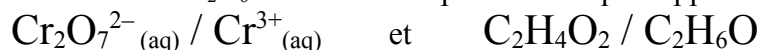
1. Calculer la masse m_A (en g) d'éthanol ingérée par cette personne si elle boit 3 verres de vins.
2. Vérifier que le taux d'alcoolémie sanguin de cette personne est de $\tau_1 = 1,1 \text{ g.L}^{-1}$.

II. Deuxième partie :

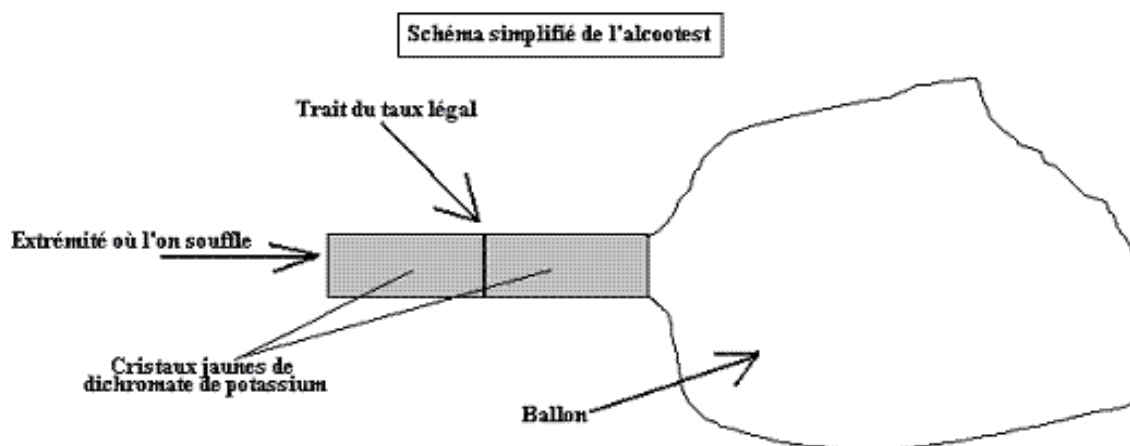
Pour vérifier ce calcul, la personne décide d'utiliser un alcootest.

Il s'agit d'un tube en plastique ouvert à ses deux extrémités contenant du dichromate de potassium solide et acidifié. La personne souffle par une extrémité et gonfle un ballon fixé à l'autre bout. Une fois le ballon gonflé, on le détache de son extrémité pour le fixer sur l'autre afin de refaire passer les vapeurs d'éthanol qui n'auraient pas eu le temps de réagir avec le dichromate de potassium : on est alors certain que tout l'éthanol expiré a pu réagir avec le dichromate de potassium.

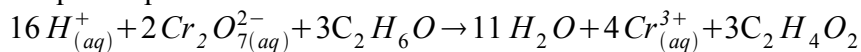
Le dichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) contient les ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ qui vont réagir avec l'éthanol de formule $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Ces deux espèces chimiques appartiennent aux couples rédox suivants :



Les ions dichromate donnent une coloration jaune au solide dans le tube, lorsqu'ils réagissent avec l'éthanol, ils se transforment en ions $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ donnant une coloration verte au solide dans le tube. Un trait est tracé autour du tube : le test est positif (le taux légal $\tau_{\text{max}} = 0,50 \text{ g.L}^{-1}$ est dépassé) lorsque le solide est devenu vert au delà de ce trait.



1. Ecrire les demi – équations des couples rédox en milieu acide mis en jeu dans cette réaction.
2. Vérifier que l'équation – bilan de la réaction est :



3. La notice de l'alcootest précise que le tube contient au total 5,0 mg de dichromate de potassium. Calculer la quantité de matière correspondante.

4. Après que la personne ait soufflé, l'intégralité du tube devient vert, le test est donc positif. En utilisant l'équation – bilan de la question 2), déterminer la quantité de matière minimale d'éthanol qui a réagi avec tous les ions dichromate du tube. Vous vous aiderez d'un tableau d'avancement.

5. En déduire la masse d'éthanol expirée par la personne. Le ballon ayant une contenance de 2,0 L d'air, calculer la teneur en éthanol de l'air expiré (notée T_2) : il s'agit de la masse d'éthanol en mg par litre d'air expiré.

6. Une personne ayant un taux d'alcoolémie réel τ supérieur à zéro rejette dans sa respiration des vapeurs d'éthanol. Il existe une relation de proportionnalité entre ce taux sanguin τ_2 et la teneur en éthanol T_2 dans l'air expiré. Pour un taux sanguin $\tau_3 = 0,50 \text{ g.L}^{-1}$ une personne rejette $T_3 = 0,25 \text{ mg}$ d'éthanol par litre d'air expiré.

a. Calculer le taux d'alcoolémie sanguin minimum τ_2 de cette personne à partir de la teneur T_2 de l'air expiré calculée à la question 5).

b. Comparer cette valeur avec le taux calculé par la formule de Widmark.