Mécanique, chimie

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT : « La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans **l'appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs. »

Problème 1: Le platine (Extrait banque PT, 2006)

Introduction

Le platine est considéré comme un métal précieux. Dans la nature, on le trouve généralement associé à d'autres métaux tels que l'or, le nickel ou le cuivre.

Le platine, métal rare et coûteux, est apprécié pour certaines de ses propriétés qui le rendent unique. Environ 20% des produits manufacturés dans le monde contiennent du platine, ou sont produits à base de platine.

C'est un des métaux les plus denses. Hautement malléable, le platine est extrêmement résistant à l'oxydation et à la corrosion, même à de hautes températures. C'est un très bon conducteur de l'électricité et un puissant agent catalyseur. Ce métal possède une couleur blanche argentée et ne se ternit pas.

I. Le platine : élément et cristallographie (27% du barème du problème de chimie)

A. L'élément platine

Un des isotopes de l'élément platine a pour représentation : ${}^{195}_{78}Pt$.

1. Donner la signification de chacun des nombres accolés ci-dessus au symbole Pt, pour cet isotope.

2. Après avoir rappelé les règles de remplissage des orbitales atomiques, indiquer la structure électronique de l'atome de platine (on rappelle qu'à partir de n = 4, les orbitales f sont à prendre en compte).

3. Le platine possède plusieurs isotopes naturels, qui sont indiqués en annexe.

3.a. Rappeler le contenu de la notion d'isotopie.

3.b. Déterminer la masse molaire du platine, à partir des abondances relatives de chacun des isotopes (ces abondances sont mentionnées en annexe).

Isotopes du platine :

${}^{190}_{78}Pt$: 0,13 % ; ${}^{192}_{78}Pt$: 0,78 % ; ${}^{194}_{78}Pt$: 32,9 % ; ${}^{195}_{78}Pt$: 33,8% ; ${}^{196}_{78}Pt$: 25,2 % ; ${}^{198}_{78}Pt$: 7,19 %.

Problème 2 : Autour de la luge (Extrait concours ATS, 2013)

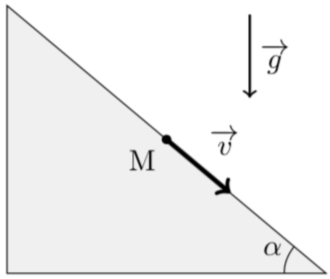
La luge est devenue un sport olympique en 1964 à Innsbruck (Autriche). Le lugeur est allongé, sur le dos et les pieds en avant, sur la luge qui glisse sur une piste de glace. Pour freiner, le lugeur ne peut compter que sur ses pieds car la luge ne comporte pas de frein. Les spécialistes peuvent atteindre des vitesses supérieures à 100 km/h.

---

1 • Trajectoires.

Pour la modélisation, on assimile l'ensemble {luge+lugeur} (désigné par la suite sour le terme simple de luge) à un point matériel M de masse $m = 100$ kg. La piste est considérée comme un référentiel galiléen. L'accélération de la pesanteur est prise égale à $g = 10$ m.s^{-2}.

Descente rectiligne



Après la phase de poussée, la luge atteint une vitesse $v_0 = 5{,}0$ m.s^{-1}. Elle descend ensuite une piste rectiligne de pente constante, inclinée de 10% (on descend verticalement de 10 m quand on avance horizontalement de 100 m). On appelle α l'angle que fait la piste avec l'horizontale. Les frottements sont négligés devant les autres forces en jeu. Le point M est ainsi en mouvement rectiligne uniformément accéléré.

1·1 - Effectuer le bilan des forces qui s'exercent sur la luge et dessiner un schéma représentant ces forces, en justifiant soigneusement leur direction et leur sens.

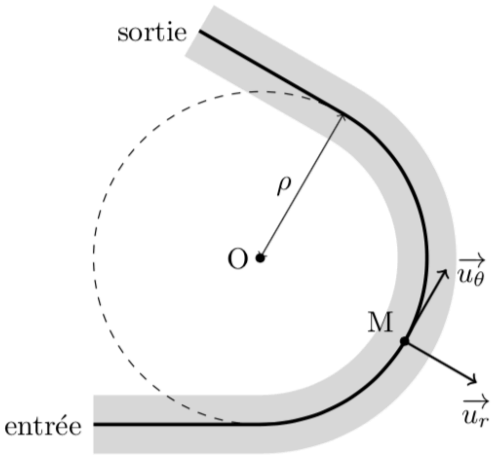
1·2 - Par application de la relation fondamentale de la dynamique, exprimer et calculer numériquement l'accélération a de la luge en fonction de l'accélération de la pesanteur g et de l'angle α.

1·3 - L'origine des temps est fixée juste après la phase de poussée. Donner l'expression de la vitesse en fonction du temps. Au bout de quelle durée t_a la luge atteint-elle la vitesse $v_a = 30$ m.s^{-1} ? Application numérique.

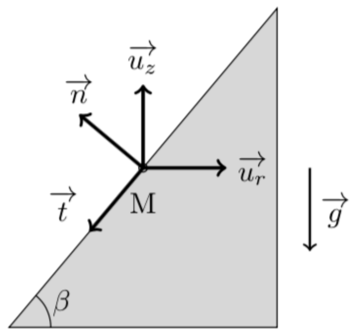
1·4 - Quelle est la distance parcourue lorsque la luge atteint la vitesse v_a ? Application numérique.

Virage circulaire

À présent, le point M est en mouvement circulaire uniforme à la vitesse V, sur un cercle de rayon ρ.
La piste est inclinée latéralement d'un angle $\beta \in \left]0, \dfrac{\pi}{2}\right[$.
La trajectoire se situe dans un plan horizontal : $\vec{v} = \mathrm{V}\,\vec{u_\theta}$. Le trièdre de vecteurs unitaires $(\vec{u_r}, \vec{u_\theta}, \vec{u_z})$ est orthonormé direct.
On désigne par $\vec{\mathrm{R}} = \mathrm{R_N}\,\vec{n} + \mathrm{R_T}\,\vec{t}$ la réaction de la piste, qui n'est plus uniquement normale. Les vecteurs unitaires $\vec{n}$ (normal) et $\vec{t}$ (tangent) sont définis sur la figure de droite ci-dessous.



Vue de dessus de la piste



Vue en coupe de la piste

1·5 - Exprimer l'accélération $\vec{a}$ en fonction de V, ρ et de $\vec{u_r}$. Justifier physiquement le sens de l'accélération.

1·6 - La luge n'étant soumise qu'à son poids et à la réaction du support, écrire la relation fondamentale de la dynamique en projection dans le repère $(\vec{t}, \vec{n})$.

1·7 - En déduire les expressions des réactions $\mathrm{R_N}$ et $\mathrm{R_T}$ en fonction de V, ρ, β, g et m.

1·8 - Quelle est la valeur V_c de la vitesse pour laquelle la réaction tangentielle est nulle ?
Écrire alors $\mathrm{R_T}$ en fonction de m, ρ, β et $(\mathrm{V}^2 - {\mathrm{V}_c}^2)$.

Soit $f = 0{,}4$ le coefficient de frottement latéral de la luge sur la piste de glace. Les lois du frottement solide indiquent que la luge ne dérape pas tant que $|\mathrm{R_T}| < f\,\mathrm{R_N}$. Dans la suite des questions, on ne considère que le cas $\mathrm{V} \geq \mathrm{V}_c$ ce qui correspond à un dérapage possible vers l'extérieur du virage.

1·9 - Montrer que V^2 doit respecter l'inégalité suivante pour éviter le dérapage :

$$V^2(\cos\beta - f\sin\beta) \leq g\,\rho\,(\sin\beta + f\cos\beta)$$

1·10 - En déduire que si l'inclinaison β est suffisante, il n'y aura jamais dérapage quelle que soit la vitesse V. Donner l'inclinaison minimale à respecter, qui dépend uniquement du coefficient f. Faire l'application numérique, en degrés.

1·11 - Si cette inclinaison minimale n'est pas respectée, montrer que la condition de non dérapage impose une vitesse V à ne pas dépasser, à exprimer en fonction de g, ρ, β et f. Que risque la luge si sa vitesse est trop grande ?

1·12 - Montrer à partir des résultats précédents qu'en l'absence de frottement latéral, on ne pourrait aborder le virage qu'à la vitesse V_c. Les frottements permettent ainsi d'avoir une certaine marge de vitesse dans un virage.

Problème 3: Ballon

Vous tapez une balle de golf avec une vitesse de norme v_0 et avec un angle θ_0 par rapport à l'horizontale. On néglige la résistance de l'air.

Quelle doit être la vitesse minimum v_0^{min} pour que la balle puisse passer par dessus un mur de hauteur h et situé à une distance d ? Calculer v_0^{min} pour $\theta_0 = 25°$, $d = 50$ m et $h = 2$ m. Quel est le problème si $\tan\theta_0 < \frac{h}{d}$?