Spécialité : "ça farte!"

Bac S 2013 Centres étrangers (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1.1 Représenter sur l'annexe les forces extérieures appliquées au centre d'inertie G du système, le mouvement étant rectiligne uniformément accéléré (action de l'air négligée).

Système : le ski, étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

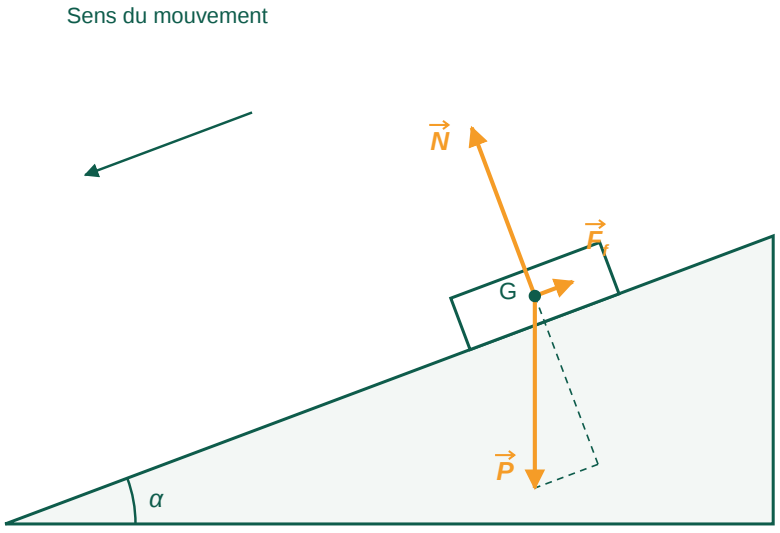
Trois forces s'appliquent en G :

- le poids $\vec{P}$, vertical, vers le bas ;
- la réaction normale $\vec{N}$ de la neige, perpendiculaire à la pente, vers le haut ;
- la force de frottement $\vec{F}_f$, parallèle à la pente, opposée au sens du mouvement.

Longueurs relatives : $N < P$ et F_f nettement plus courte que P (voir l'annexe complétée).

PIÈGE
Tracer $\vec{N}$ verticale ou $\vec{P}$ perpendiculaire à la pente. Le poids reste vertical, la réaction normale reste perpendiculaire au support.

MÉTHODE
Tracer $\vec{P}$ en premier, puis le projeter sur la pente et sur sa perpendiculaire : les deux composantes donnent la longueur de $\vec{N}$ et la limite à ne pas dépasser pour $\vec{F}_f$.



1.1 · Annexe complétée : forces appliquées en G (en pointillés, les composantes du poids)

1.2 Rédiger une légende explicative du schéma proposé.

Deuxième loi de Newton, la masse m du système étant constante :

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_f = m\,\vec{a}_G$$

Le mouvement est rectiligne et accéléré : $\vec{a}_G$ est parallèle à la pente, dans le sens du mouvement.

- Perpendiculairement à la pente, l'accélération est nulle : $N = P\cos\alpha$, donc $\vec{N}$ est plus courte que $\vec{P}$.
- Le long de la pente : $P\sin\alpha - F_f = m\,a_G > 0$, donc $F_f < P\sin\alpha$.

La somme des trois vecteurs est parallèle à la pente et dirigée vers le bas : $N = P\cos\alpha$ et $F_f < P\sin\alpha$.

PIÈGE
Se contenter de nommer les forces. Le sujet insiste sur la longueur relative des vecteurs : la légende doit la justifier.

COMPRENDRE
Avec $F_f = P\sin\alpha$, la somme des forces serait nulle et le mouvement rectiligne uniforme (principe d'inertie). C'est l'accélération qui impose une force de frottement plus courte.

2 Décrire en quelques lignes les transferts d'énergie mis en jeu dans la situation de la question 1.

Le ski descend : son altitude diminue, donc son énergie potentielle de pesanteur diminue.

Sa vitesse augmente (mouvement accéléré) : une partie de cette énergie est convertie en énergie cinétique.

L'autre partie est dissipée par le travail de la force de frottement, sous forme de chaleur (document 1). Ce transfert thermique fait fondre la neige au contact : une pellicule d'eau se forme sous le ski.

L'énergie potentielle de pesanteur est convertie en énergie cinétique et en chaleur ; l'énergie mécanique du ski diminue.

COMPRENDRE
Sans frottement, l'énergie mécanique se conserverait. Ici elle diminue d'une quantité égale au travail, négatif, de la force de frottement.

3 Expliquer pourquoi les fluorocarbures sont particulièrement intéressants pour le fartage.

Les fluorocarbures sont fortement hydrophobes (document 2) : ils n'ont pas d'affinité pour l'eau.

Pendant la glisse, de l'eau liquide se forme entre le ski et la neige. Sous une semelle non fartée, cette eau s'étale (schéma 1). Sous une semelle hydrophobe, elle se rassemble en gouttes presque sphériques, avec un angle θ plus grand (schéma 2).

La surface de contact entre l'eau et la semelle est alors beaucoup plus petite : l'eau accroche moins le ski.

Le fart fluoré réduit le contact eau-semelle, donc les frottements : le ski glisse mieux.

COMPRENDRE
L'étude du mouillage d'une surface (angle de contact, tension superficielle) n'est plus au programme actuel de spécialité. Les documents suffisent ici pour répondre.

MÉTHODE
Question documentaire : citer chaque document utilisé (propriété hydrophobe au document 2, forme des gouttes au document 3), puis relier l'observation à la conséquence sur la glisse.

4.1 En quoi les hydrocarbures solides à longue chaîne carbonée C_nH_{2n+2} ($n \geq 18$) sont-ils également intéressants pour le fartage ?

Données utiles électronégativités : H : 2,1 ; C : 2,6

Ces molécules ne contiennent que des liaisons $C-C$, non polarisées, et des liaisons $C-H$.

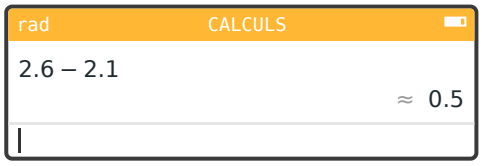
Différence d'électronégativité pour $C-H$: $2{,}6 - 2{,}1 = 0{,}5$. Elle est faible : la liaison $C-H$ est très peu polarisée.

Les molécules d'hydrocarbure sont donc apolaires. L'eau étant un solvant polaire, elles n'ont pas d'affinité pour elle.

Ces hydrocarbures sont eux aussi hydrophobes ; de plus, ils coûtent moins cher que les fluorocarbures (document 2).

COMPRENDRE
« Qui se ressemble s'assemble » : les espèces polaires se mélangent bien à l'eau, les espèces apolaires non. C'est pourquoi la paraffine ne se dissout pas dans l'eau.

À LA CALCULATRICE



4.2.1 Mettre en évidence le caractère polaire d'une liaison $C-F$.

Données utiles électronégativités : C : 2,6 ; F : 4,0

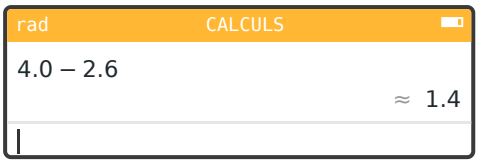
Différence d'électronégativité : $4{,}0 - 2{,}6 = 1{,}4$. Elle est importante.

Le fluor, bien plus électronégatif que le carbone, attire vers lui le doublet de la liaison. Il porte une charge partielle négative δ^- et le carbone une charge partielle positive δ^+.

La liaison $C-F$ est polarisée : $C^{\delta+}-F^{\delta-}$.

PIÈGE
Écrire seulement « le fluor est plus électronégatif ». Il faut la différence chiffrée et les charges partielles placées sur les deux atomes.

À LA CALCULATRICE



4.2.2 Pourquoi les molécules de fluorocarbures sont-elles cependant hydrophobes ?

Une molécule peut contenir des liaisons polarisées et être apolaire : tout dépend de sa géométrie.

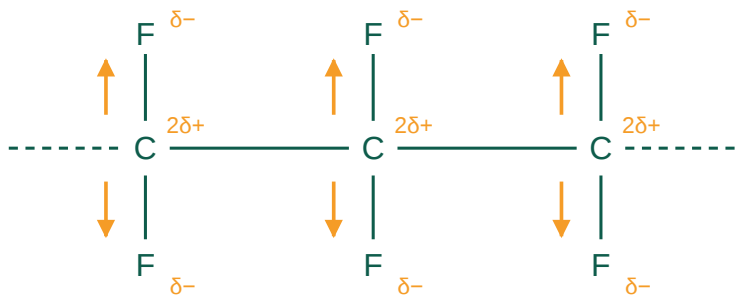
Dans la chaîne $-(CF_2)_n^-$, les atomes de fluor sont répartis de façon symétrique autour de la chaîne carbonée. La polarisation d'une liaison $C-F$ est compensée par celle de la liaison $C-F$ située à l'opposé.

Le centre des charges partielles positives est donc confondu avec celui des charges partielles négatives.

La molécule est globalement apolaire : elle n'a pas d'affinité pour l'eau, elle est hydrophobe.

COMPRENDRE

Même raisonnement que pour CO_2 : deux liaisons $C=O$ polarisées mais opposées, donc une molécule apolaire. À l'inverse, l'eau est coudée et reste polaire.



4.2.2 · Chaîne fluorocarbonée : les polarisations des liaisons C–F (flèches) s'opposent deux à deux