Devoir surveillé – la matière à l'échelle macroscopique : corps purs, mélanges et solutions aqueuses — niveau ★★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique-chimie 2nde

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Une canette de boisson énergisante *(5 pts)*

Une canette de 250 mL de boisson énergisante porte la mention « Teneur élevée en caféine. Déconseillé aux enfants et aux femmes enceintes ou allaitantes (32 mg/100 mL) » ; elle contient aussi 11 g de sucres pour 100 mL. Document 1 : un règlement européen impose cette mention sur les boissons qui contiennent plus de 150 mg de caféine par litre, sauf celles à base de café ou de thé. Document 2 : pour les enfants et les adolescents, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) propose un repère de sécurité de 3 mg de caféine par kilogramme de masse corporelle et par jour. Mesure : après dégazage, 20,0 mL de boisson prélevés à la pipette jaugée ont une masse de 20,84 g.

a) Calcule la concentration en masse en caféine de la boisson, en mg/L puis en g/L. La mention est-elle obligatoire ? Justifie.

b) Léa, 15 ans, a une masse de 52 kg. Calcule la masse de caféine d'une canette, puis le nombre maximal de canettes qu'elle peut boire dans une journée sans dépasser le repère de l'EFSA, si elle ne prend pas d'autre caféine.

c) Calcule la masse volumique de la boisson dégazée, puis le pourcentage massique de sucres de la boisson.

d) À l'ouverture de la canette, des bulles de gaz se dégagent. Propose un test pour identifier ce gaz, avec le résultat attendu, et précise ce que ce test prouve et ce qu'il ne prouve pas.

Exercice 2 – Un extrait de vanille *(5 pts)*

Un flacon de 50 mL d'« extrait de vanille » contient des espèces aromatiques dissoutes dans un mélange d'eau et d'éthanol ; l'étiquette annonce 2,0 g de vanilline par litre. On réalise une CCM, révélée sous une lampe UV : dépôt X (l'extrait), V (vanilline pure), E (éthylvanilline pure). Le front de l'éluant est à 7,0 cm de la ligne de dépôt ; X donne deux taches, à 2,8 cm et 4,2 cm ; V une tache à 2,8 cm ; E une tache à 4,2 cm. Données : la vanilline est l'espèce aromatique principale de la gousse de vanille ; l'éthylvanilline n'existe pas dans la nature, elle est obtenue par synthèse ; θ_{fus} : vanilline 81 °C, éthylvanilline 77 °C.

a) Pourquoi faut-il révéler la plaque sous une lampe UV ? Calcule le rapport frontal de chaque tache de X.

b) Quelles espèces l'extrait contient-il ? Peut-on affirmer qu'il ne contient que des espèces extraites de la gousse de vanille ? Justifie.

c) On isole l'espèce de la tache haute, puis on la purifie : sur le banc Kofler, le solide obtenu fond nettement à 77 °C. Que peut-on conclure ? Comment fondrait-il s'il contenait encore un peu de vanilline ?

d) Calcule la masse de vanilline du flacon. Une recette indique 5 mL d'extrait pour obtenir 1,0 L de crème : calcule le facteur de dilution et la concentration en masse en vanilline de la crème, en mg/L.

Exercice 3 – La saumure des routes *(5 pts)*

Avant une nuit de gel, les services des routes épandent de la saumure : une solution aqueuse de chlorure de sodium, ici à 22 % en masse. Données (solutions de chlorure de sodium) : pourcentage massique → masse volumique à 20 °C → température de début de congélation : 0 % → 0,998 g/mL → 0 °C ; 5 % → 1,034 g/mL → −3,05 °C ; 10 % → 1,071 g/mL → −6,6 °C ; 20 % → 1,148 g/mL → −16,5 °C ; 22 % → 1,164 g/mL → −19,2 °C. Concentration maximale du chlorure de sodium dans l'eau à 20 °C : 315 g/L.

a) Calcule les masses de sel et d'eau nécessaires pour préparer 1,00 tonne de saumure à 22 %.

b) Pour contrôler une cuve, on pèse 50,0 mL de saumure : 58,20 g. La saumure est-elle conforme ? Justifie.

c) Calcule la concentration en masse en chlorure de sodium de la saumure. Est-elle saturée ? Justifie.

d) L'eau salée gèle-t-elle à 0 °C ? Sa congélation se fait-elle à température constante ? Justifie avec le cours.

e) Sur la route, la saumure se mélange à l'eau de la neige fondue : son pourcentage massique tombe à 10 %. Quelle masse d'eau s'est ajoutée à chaque kilogramme de saumure ? Si la route descend à −8 °C, que risque-t-il de se passer ? Justifie.

Exercice 4 – L'eau oxygénée à 10 volumes *(5 pts)*

Une eau oxygénée de pharmacie, vendue en flacon de 250 mL, est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène à 3 % en masse, dite « à 10 volumes » : 1 L de cette solution peut libérer 10 L de dioxygène gazeux. On prélève 10,0 mL de cette eau oxygénée à la pipette jaugée : leur masse vaut 10,10 g. Donnée : l'air contient environ 21 % de dioxygène en volume.

a) Un camarade affirme : « L'eau oxygénée, c'est de l'eau dans laquelle on a dissous du dioxygène ; avec 97 % d'eau, c'est presque un corps pur. » Corrige ses deux erreurs en nommant le soluté et le solvant.

b) Calcule la masse volumique de cette eau oxygénée, puis sa concentration en masse en peroxyde d'hydrogène.

c) On verse un peu d'eau oxygénée sur de la levure de boulanger : un gaz se dégage. Décris le test qui montre que c'est du dioxygène. Pourquoi la bûchette ne doit-elle pas être enflammée ?

d) Calcule le volume de dioxygène que peut libérer le flacon entier, puis le volume d'air qui contient autant de dioxygène.

e) On veut 100,0 mL de solution diluée 10 fois. Indique le volume à prélever, la verrerie utilisée et la concentration obtenue.

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).