

## LA PRÉPARATION DU SPORTIF

Les sportifs de haut niveau se préparent de longs mois avant une compétition en pratiquant un entraînement intensif et en suivant un régime alimentaire.

### CHIMIE (13 points)

Les deux exercices sont indépendants.

#### EXERCICE I : Des acides aminés comme complément alimentaire (6 points)

De nombreux sites sur internet donnent des conseils aux sportifs afin d'adapter leur alimentation avant une compétition importante. L'un de ceux-ci traite de l'importance des acides  $\alpha$ -aminés et des protéines.

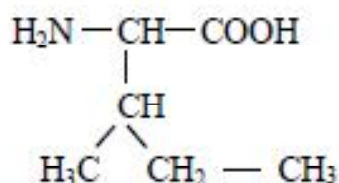
*Source : Entraînement-sportif.fr (juillet 2012)*

Le besoin en acides aminés est fortement accru durant un programme sportif intense afin de reconstruire les protéines organiques dégradées aux cours des efforts pour fournir de l'énergie à l'organisme. Les acides aminés sont les unités structurales de base des protéines. Ils sont comme des briques, qui une fois superposées les unes aux autres forment les protéines. (...)

Parmi les acides aminés utilisés dans la synthèse des protéines, trois d'entre eux sont particulièrement importants : la leucine, l'isoleucine et la valine. (...)

Si l'activité sportive demande de fournir beaucoup d'efforts musculaires, un apport supplémentaire (...) devient d'autant plus important que l'organisme est absolument incapable de les fabriquer lui-même.

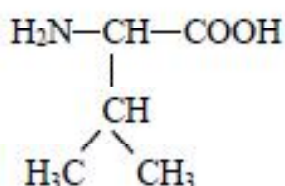
1. L'isoleucine (Ile) a pour formule semi-développée :



1.1. Recopier la formule semi-développée de l'isoleucine. Entourer et nommer les groupes caractéristiques présents sur cette molécule.

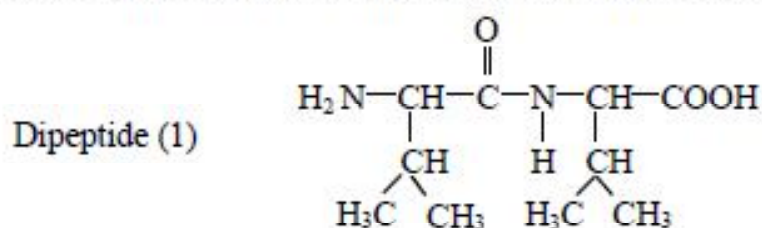
1.2. Justifier que l'isoleucine appartient à la famille des acides  $\alpha$ -aminés.

2. La valine (Val) a pour formule semi-développée :



2.1. Recopier la formule de la valine et repérer la position de l'atome de carbone asymétrique par un astérisque (\*).

- 2.2. La valine est-elle chirale ? Justifier la réponse.
- 2.3. Représenter la configuration L de la valine en représentation de Fischer.
3. La réaction de condensation entre deux acides  $\alpha$ -aminés donne des dipeptides.  
Soit le dipeptide (1) de formule semi-développée suivante :



- 3.1. Choisir parmi les propositions ci-dessous, en utilisant les abréviations des noms des acides  $\alpha$ -aminés, celle qui correspond au nom du dipeptide (1) :

Réponse a : Ile-Ile

Réponse b : Val-Val

Réponse c : Ile-Val

- 3.2. Écrire l'équation de la réaction de condensation conduisant à la formation du dipeptide (1).
- 3.3. Encadrer, sur l'équation écrite à la question 3.2, la liaison peptidique du dipeptide (1).
- 3.4. Combien de dipeptides différents aurait-on pu obtenir à partir d'un mélange équimolaire de valine (Val) et d'isoleucine (Ile) ?
4. On peut trouver dans le commerce un complément alimentaire contenant 100 % de L-leucine.

### L-leucine, acide aminé essentiel

#### Posologie :

Comme complément diététique, il est recommandé d'en consommer 4,0 g par jour, répartis en deux prises identiques. Pour des résultats optimaux, le prendre 45 minutes avant et après votre séance d'entraînement.

Pour une prise, ajoutez 1 cuillère-mesure (2,0 g) à votre quantité d'eau ou de jus de fruit de votre choix, et consommez immédiatement.



Source : [myprotein.com](http://myprotein.com)

- 4.1. Quelle est la quantité de matière de L-leucine, notée  $n_L$ , présente dans chaque prise de ce complément diététique ?

La masse molaire de la L-leucine est  $M_L = 131 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

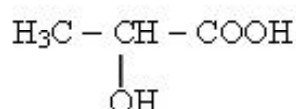
- 4.2. Quelle est la concentration molaire en L-leucine, notée  $C_L$ , de la solution buée par le sportif, sachant qu'il obtient dans son verre une solution de volume  $V = 250 \text{ mL}$  ?

## **EXERCICE II : La fatigue du sportif (7 points)**

Dans tout programme d'entraînement, la gestion de l'intensité de l'effort mais aussi du temps de récupération est essentielle pour éviter un état de fatigue.

On ne connaît pas encore exactement toutes les origines de la fatigue musculaire. Pendant longtemps, l'origine des crampes et des courbatures était expliquée par l'accumulation d'acide lactique (cet acide réagit partiellement avec l'eau) dans les cellules musculaires pendant l'effort. Cette hypothèse est de plus en plus remise en cause par les scientifiques...

1. La formule semi-développée de l'acide lactique est la suivante :



- 1.1. Donner la définition d'un acide selon Brønsted.
- 1.2. En vous aidant du texte introductif, justifier que l'acide lactique est un acide faible.
- 1.3. Calculer la masse molaire de la molécule d'acide lactique que l'on notera M.

**Données :** masses molaires atomiques :

$$M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}; M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}; M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}.$$

- 1.4. La base conjuguée de l'acide lactique est l'ion lactate. Le  $\text{pK}_A$  du couple acide lactique / ion lactate est de 3,9. Représenter le diagramme de prédominance de l'acide lactique et de l'ion lactate.
  - 1.5. Les milieux biologiques sont des solutions aqueuses dont la valeur du pH se situe souvent à une valeur proche de 7. À partir du diagramme de la question précédente, indiquer sous quelle forme se trouve l'acide lactique dans ces milieux.
2. L'acide acétylsalicylique, plus connu sous le nom d'aspirine, est utilisé pour soulager la douleur, faire baisser la fièvre et diminuer les inflammations. À ce titre, dans les milieux sportifs, l'aspirine sert souvent à combattre les douleurs musculaires.

On désire vérifier l'indication « Aspirine 500 mg » portée sur l'emballage d'un comprimé d'aspirine.

On dissout dans un premier temps ce comprimé d'aspirine finement broyé dans de l'eau distillée afin d'obtenir un volume  $V = 200 \text{ mL}$  de solution.

On prélève avec précision un volume  $V_a = 20,0 \text{ mL}$  de cette solution.

- 2.1. Choisir le matériel qu'il faut utiliser pour effectuer le prélèvement parmi la liste ci-dessous :
  - bécher de 200 mL,
  - éprouvette graduée de 250 mL,
  - fiole jaugée de 200 mL,
  - pipette jaugée de 20,0 mL,
  - propipette (ou poire à pipeter),
  - spatule.

- 2.2. On dose par pH-métrie le volume  $V_a = 20,0 \text{ mL}$  de la solution prélevée avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration molaire :  $C_b = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
Le schéma du montage est donné en figure 1 de l'annexe page 8.

Compléter ce schéma en indiquant où se trouve :

- la solution aqueuse d'aspirine,
- la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

- 2.3. L'acide acétylsalicylique (ou aspirine) sera noté AH.  
L'équation de la réaction acido-basique qui a lieu au cours du dosage entre l'aspirine AH et l'ion hydroxyde  $\text{HO}^-$  est :



- 2.3.1 On obtient la courbe représentant le pH en fonction du volume  $V_b$  de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé.  
Cette courbe  $\text{pH} = f(V_b)$  est donnée en figure 2 de l'annexe page 8.

Faire apparaître sur la figure 2 de l'annexe à **rendre avec la copie**, la méthode graphique permettant de déterminer le volume  $V_{b\text{Eq}}$  versé à l'équivalence. Vérifier que  $V_{b\text{Eq}} = 14,0 \text{ mL}$ .

- 2.3.2. Donner la relation à l'équivalence entre la quantité de matière  $n_a$  d'aspirine (AH) dosée et la quantité de matière  $n_{b\text{Eq}}$  d'ions hydroxyde ( $\text{HO}^-$ ) introduite à l'équivalence.
- 2.3.3. Déduire de la question précédente la relation entre les grandeurs  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $V_a$  et  $V_{b\text{Eq}}$ .  $C_a$  est la concentration molaire en aspirine de la solution dosée.
- 2.3.4. Montrer que la concentration molaire en aspirine de la solution dosée est :  $C_a = 1,4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- 2.3.5. Vérifier que la quantité de matière  $n_{\text{asp}}$  d'aspirine (AH) dans la solution titrée est égale à  $n_{\text{asp}} = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$ .
- 2.3.6. En déduire la masse  $m_{\text{asp}}$  d'aspirine du comprimé sachant que la masse molaire de l'aspirine est  $M_{\text{asp}} = 180 \text{ g.mol}^{-1}$ .

La dénomination « aspirine 500 mg » est-elle vérifiée ?

Figure 1 (exercice II)

Dispositif du dosage  
pH-métrique

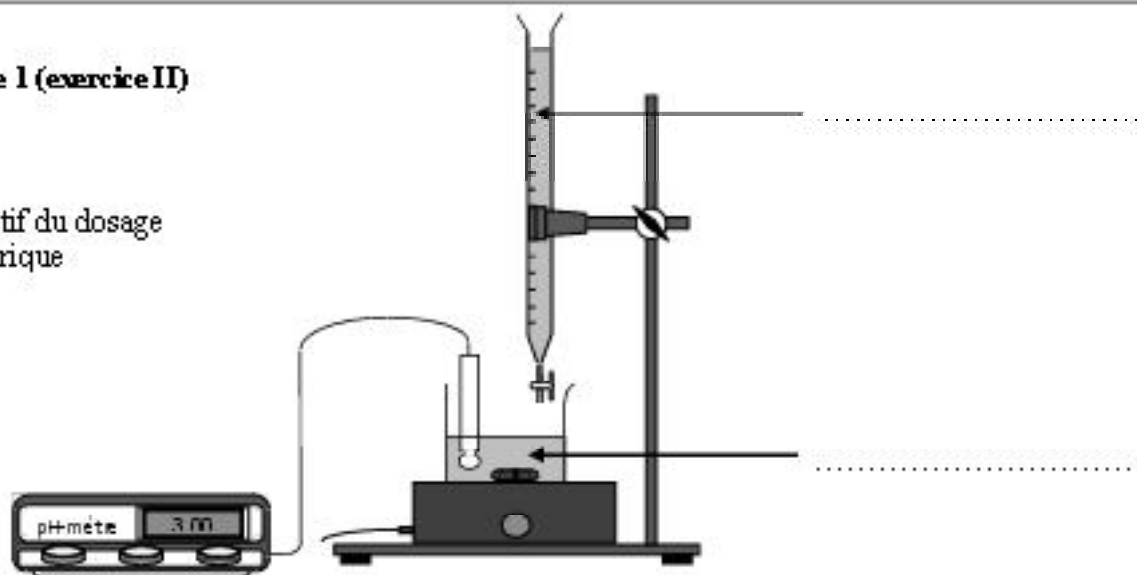
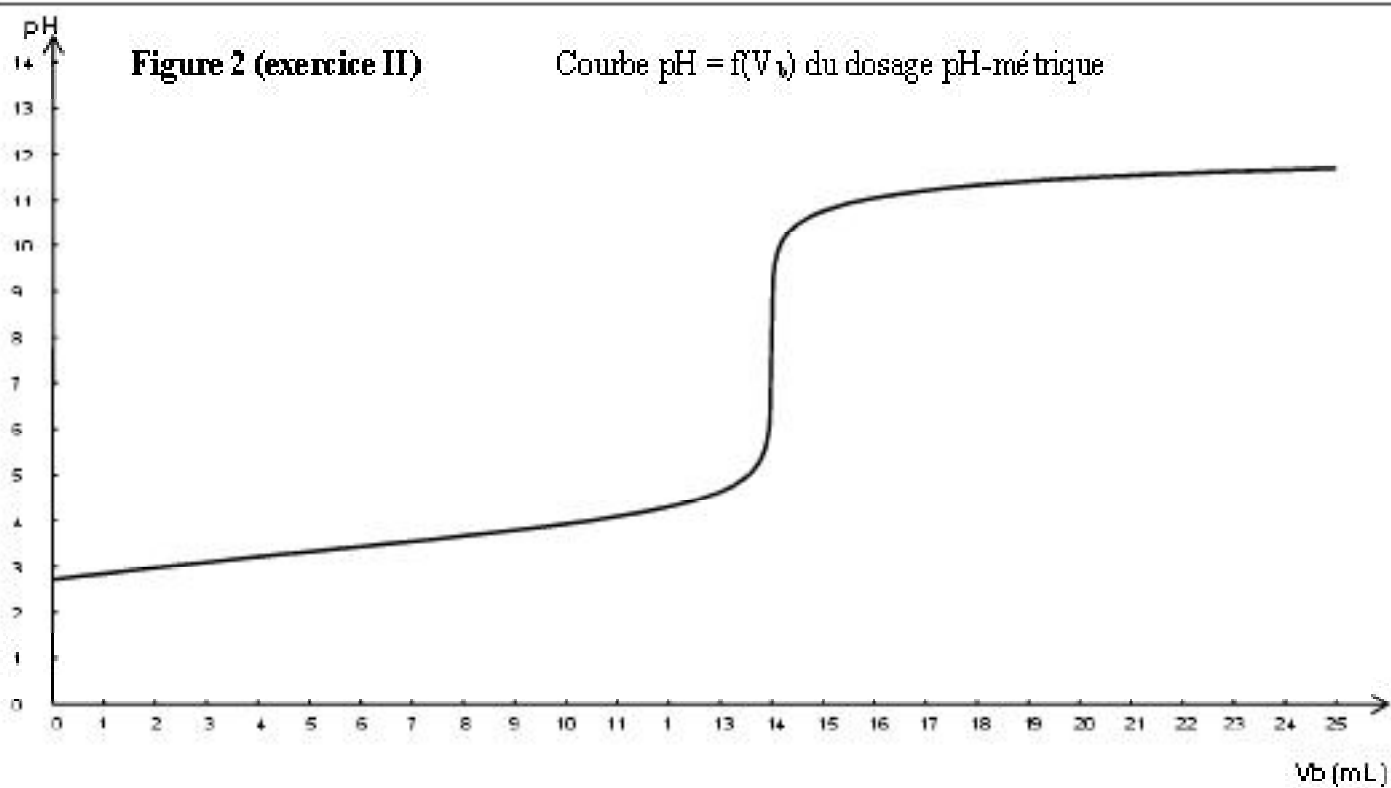


Figure 2 (exercice II)

Courbe  $\text{pH} = f(V_b)$  du dosage pH-métrique



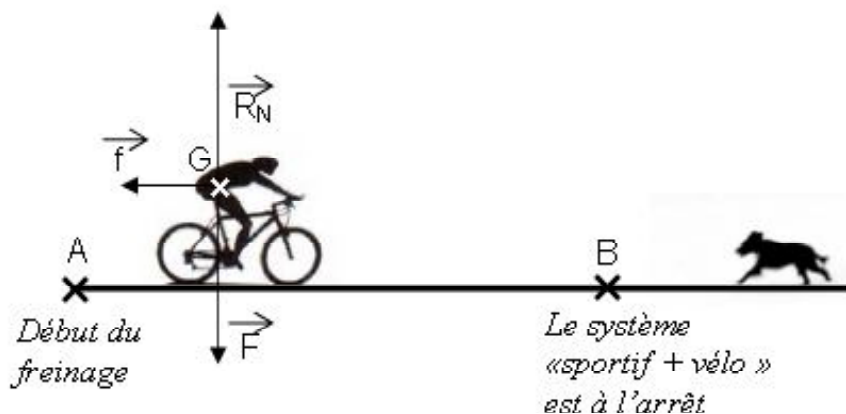
## EXERCICE III : Le cyclisme, une activité sportive complète (7 points)

### Partie A : Énergie cinétique

1. Dans le cadre de sa préparation physique, un sportif décide de faire une sortie en vélo.  
Un chien traverse brusquement la route devant le cycliste et l'oblige à freiner pour ne pas le percuter.  
Le début du freinage se situe au point A où la vitesse du sportif est  $v_A = 8,0 \text{ m.s}^{-1}$ . Au point B, le cycliste et son vélo sont à l'arrêt (voir schéma de la situation ci-après).

On suppose la route horizontale et le mouvement du cycliste rectiligne.

Schéma de la situation :



- 1.1. Rappeler la relation permettant de calculer l'énergie cinétique d'un système en translation.
- 1.2. Montrer qu'au point A, la valeur de l'énergie cinétique est  $E_C(A) = 2500 \text{ SI}$  en précisant l'unité SI. La masse du cycliste et son vélo est  $m = 78 \text{ kg}$ .
- 1.3. Justifier le fait que l'énergie cinétique au point B est nulle.
- 1.4. Lors de son freinage, le cycliste et son vélo sont soumis à trois forces :  $\vec{f}$ ,  $\vec{R}_N$  et  $\vec{F}$  (voir schéma de la situation ci-dessus).  
 $\vec{f}$  représente les forces de frottement.  $\vec{R}_N$  est la réaction de la route.  
Nommer la force  $\vec{F}$ .
- 1.5. Donner l'expression littérale du travail de la force de frottement  $W(\vec{f})$  lors du déplacement entre A et B en fonction de la valeur  $f$  de la force de frottement et de la distance de freinage  $d = AB$ .
- 1.6. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.
- 1.7. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre A et B, on obtient l'expression :  
 $-2500 = -f.d$ . Calculer  $d$  sachant que  $f = 200 \text{ N}$ .

## Partie B : Ondes électromagnétiques

Il est tard, le cycliste rentre chez lui, aidé par les éclairages publics qui pallient le manque de visibilité de ce début de soirée.

- Certains éclairages fonctionnent avec des lampes à vapeur de sodium. Cette vapeur est excitée par un faisceau d'électrons. Les atomes absorbent l'énergie des électrons et la restituent ensuite sous forme de radiations lumineuses de couleur orangée.

La fréquence  $\nu$  est reliée à la célérité de la lumière dans le vide  $c$  par la relation :  $\nu = \frac{c}{\lambda}$

- Que représente la grandeur  $\lambda$  dans cette relation ? Quelle est son unité dans le système international ?
  - Le domaine des longueurs d'onde des radiations visibles s'étend de 400 nm à 800 nm. Calculer la valeur de la fréquence de la limite inférieure de ce domaine.

Donnée :  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

- Compléter le diagramme des fréquences des ondes électromagnétiques de la figure 3 en annexe page 8 à rendre avec la copie en y faisant figurer les domaines :

- Infra-rouges (IR)
- Ultra-violet (UV)

- La fréquence des radiations lumineuses émises par les lampes à vapeur de sodium est :

$$\nu = 5,1 \times 10^{14} \text{ Hz.}$$

- Vérifier que l'énergie  $E$  d'un photon de ce rayonnement est environ égale à  $3,4 \times 10^{-19} \text{ J}$ . On donne  $E = h \cdot \nu$  où  $h$  est la constante de Planck :  $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ .

- L'énergie d'un photon issu d'un rayonnement X est-elle plus ou moins grande que celle calculée à la question 3.1. ? Justifier votre réponse.

