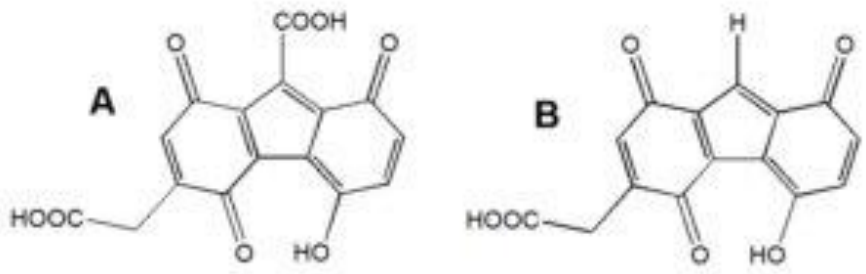
Bugát Pál Kárpát-medencei Középiskolai Természetismereti Műveltségi Vetélkedő
2021. Elődöntő
KÉMIA

iskola neve:
csapattagok nevei:

Vízilónaptej

Japán tudósok nemrégiben azonosítottak egy természetes forrásból származó, korábban ismeretlen szerves vegyületet, a hipposzudor-savat. (Latinul a hippopotamus szó vízilovat, a sudor pedig izzadságot jelent.) Természetesen az elnevezés a vegyület eredetére utal: erre az anyagra vízilovak verítékében találtak rá. Az 1. ábra a hipposzudorsav és egy másik vegyület, az ugyancsak vízilóizzadságban azonosított norhipposzudorsav szerkezeti képletét mutatja be.

Hogyan is sikerült rátalálni erre a vegyületre? A kutatócsoport vállalkozó kedvű tagjai fél éven át minden nap egyszer egy gézdarabbal letörölték a verítéket kedvenc nílusi vízilovukról. A gézdarabot feldolgozásig szárazjégbe hűtve tárolták, majd a laboratóriumban vízben áztatták, s így az izzadság vízoldható komponenseit kinyerték. Egy alkalommal csak kevés anyagot lehetett gyűjteni, ezért kellett ilyen sokáig ismételgetni az eljárást.



A hipposzudorsav (A) és norhipposzudorsav (B) képlete

Miután elegendő minta összegyűlt az alapos kémiai elemzéshez, különböző vizsgálatok során derült fény a vörös (hipposzudorsav) és a narancsszínű (norhipposzudorsav) képletére.

A két vegyület jelentős alkotórésze a vízilovak verítékének, így bizonyára van élettani szerepük is. Valószínű, hogy a két anyag óvja meg a víziló bőrét a leégéstől a legvakítóbb napsütésben is. A fényvédő hatás megértéséhez egy kicsit többet kell megtudnunk az anyagok fényelnyeléséről, s ez természetesen a fény hullámhosszától függően más és más lehet. Az elnyelést mennyiségileg egy spektrofotometria nevű módszerrel lehet mérni. Ennek leggyakrabban használt összefüggése a Lambert-Beer-törvény, amelynek híg oldatra vonatkozó formája a következő:

$$A_\lambda = \lg \frac{I_{\lambda,0}}{I_\lambda} = \varepsilon_\lambda c l$$

Az egyenletben

A_λ az abszorbancia, a spektrofotometria legfontosabb mennyisége. Az abszorbancia dimenziómentes szám, vagyis nincs mértékegysége.

$I_{\lambda,0}$ az oldatra ráeső fény intenzitása,

I_λ pedig a csökkent fényintenzitás az oldaton való áthaladás után. A felírt egyenlet első fele lényegében az abszorbancia definícióját adja meg: a beeső és áthaladó fény intenzitásarányának 10-es alapú logaritmusa. A tényleges Lambert-Beer-törvény a második egyenlőségjel után kezdődik: ez adja meg a kapcsolatot az abszorbancia és három más fizikai mennyiség között. Ezek közül

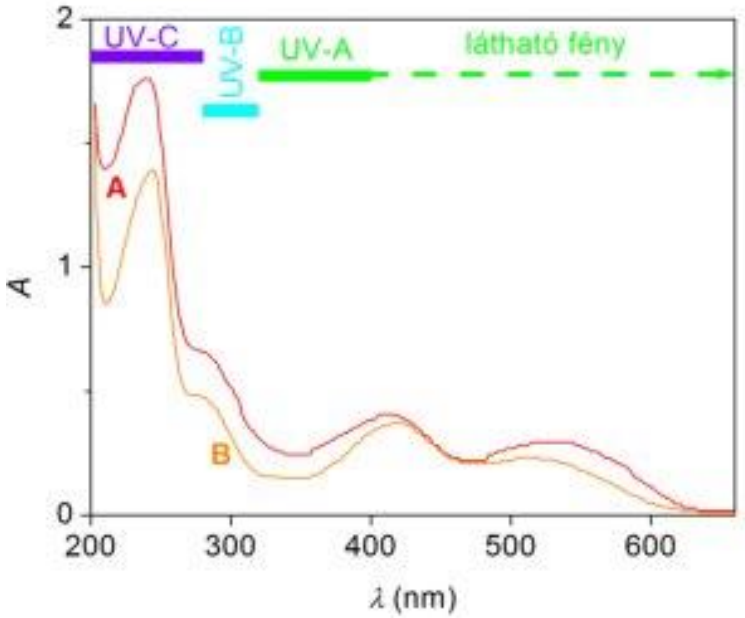
c az oldatban lévő fényelnyelő anyag koncentrációja (többnyire M egységben),

l a fény által az oldatban megtett út hossza (szokás szerint cm-ben mérve),

ε_λ az elnyelő anyagra jellemző moláris abszorbancia (egysége $M^{-1}cm^{-1}$).

A képletben a fény hullámhosszától függő mennyiségeket alsó indexben λ jelöli.

Ha egy oldat abszorbanciáit a hullámhossz függvényében ábrázoljuk, akkor az oldat elnyelési színképét alkotjuk meg (gyakori idegen szóval spektrumnak is nevezik). A hipposzudorsav és a norhipposzudorsav vizes oldatának színképét mutatja be a 2. ábra. A koncentráció és a fényúthossz az ábrafeliratban található meg. Híg oldatban is elég nagy a fényelnyelés, vagyis az anyagok színe igen erős. A 2. ábrán látható színkép nemcsak a látható (400-800 nm között), hanem az ultraibolya tartományban is mutatja az elnyelést, s az élettani szempontból fontos UV-A (320-400 nm), UV-B (280-320 nm) és UV-C tartományok (200-280 nm) is be vannak jelölve.



A hipposzudorsav (A) és norhipposzudorsav (B) oldatának elnyelési színképe
6,1-es pH-n, Koncentráció: $3{,}4 \cdot 10^{-5}$ M (A), $2{,}6 \cdot 10^{-5}$ M (B), Fényúthossz: 1,000 cm

280 nm-nél kisebb hullámhosszú sugárzás ugyan sok érkezik a Napból, de a légkör elnyeli azt, s így nem ér el a földfelszínre Az UV-A sugárzás és a látható fény majdnem gyengülés nélkül hatol át a légkörön, de ezek káros hatása a bőrre már sokkal csekélyebb, így a bőrt leginkább UV-B tartományba eső sugárzástól kell védeni.

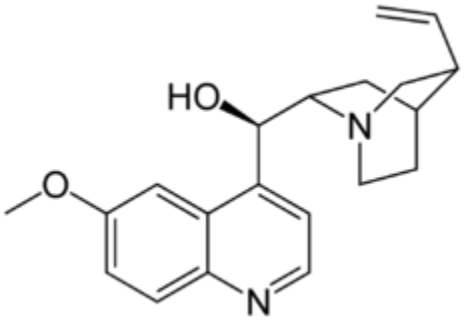
Vajon meg lehet határozni a vízilóizzadság napvédő faktorát is? A fényvédő faktor megmutatja, hányszor hosszabb idő alatt éri a bőrt ugyanakkora károsodás, mint naptej használata nélkül, azaz hogy a az UV-B sugárzás hányad részét engedi át a naptej. Persze mindez a naptej használatának szokásos körülményeire vonatkozik. Ha valaki vastagabban keni be magát, akkor a védőhatás is nagyobb.

(Lente Gábor: *Vízilónaptej és más történetek kémiából* alapján)

1. Nevezze meg a vegyületekben található funkciós csoportokat! (3 pont)
2. Mi a szerkezeti oka annak, hogy ezek a vegyületek színesek? (2 pont)
3. Mi a hűtésre használt szárazjég? (2 pont)
4. Milyen kémhatású vizes oldattal célszerű végezni a kioldást? Válaszát indokolja! (4 pont)
5. Fellép-e az optikai izoméria az „A” molekula esetében? Válaszát indokolja! (3 pont)
6. Miért veszélyes a magaslégköri ózon mennyiségének csökkenése? (2 pont)
7. Számítással határozza meg az „A” molekulát 1 g/dm^3 koncentrációban tartalmazó krém fényvédő „faktorát” a 300 nm-en mért adat felhasználásával! (Pontosabban azt, hogy a krém 0,1 mm vastag rétege a 300 nm-es fény hány százalékát nyeli el) (8 pont)

Kísérletezzünk!

Ha Tonicra UV lámpával világítunk, intenzív kék fénykibocsátást (fluoreszcenciát) tapasztalunk, mely a Tonic kinin-tartalmának köszönhető



kinin

8. Fellép-e az optikai izoméria a kinin molekula esetében? Válaszát indokolja! (4 pont)
9. Jellemezze a kinin molekulát sav-bázis karaktere szempontjából! Válaszát indokolja! (4 pont)
10. Tervezzen kísérletet a fényvédő tulajdonság bemutatására, eltérő fényvédő faktorú naptejek hatékonyságának összehasonlítására! (8 pont)

Összes pontszám:	40	

MEGOLDÁS