

# OLYMPIÁDA MLADÝCH VEDCOV 2023

olympiáda  
mladých  
vedcov 

## KVALIFIKÁCIA NA CELOŠTÁTNE KOLO OLYMPIÁDY MLADÝCH VEDCOV

Domáci experiment  
do 29.3. 2023

Prihlasovanie: <https://forms.gle/Pn9YdHuxT8GDR1zv7>  
Odovzdávanie: vyplnený odpoveďový hárok zašlite na [experiment@ijso.sk](mailto:experiment@ijso.sk)

---

Podporujú nás:



Nadácia Dionýza  
Ilkoviča

# Domáci experiment

Tento rok budete v domácom experimente robiť takzvanú sloniu zubnú pastu. Dozviete sa pri tom ako chemická energia môže meniť formu na mechanickú a tepelnú v dôsledku chemickej reakcie. A taktiež sa naučíte niečo o kvasinkách, ktoré sa nachádzajú v obyčajnom kuchynskom droždi.

Pri vypracovávaní riešenia nám opíšte, ako ste riešili jednotlivé úlohy a čo ste zistili. Pri výpočtoch nás zaujíma teda aj postup, nielen výsledky. Nezabudnite tiež zodpovedať na všetky otázky, ktoré sa v texte k úlohám vyskytli. Pri riešení úloh sa nebojte použiť internet. Svoje odpovede vpisujte rovno do odpoveďového hárku na konci tohto textu (máte v ňom pripravené aj potrebné tabuľky). Dokument nám pošlite vo formáte .pdf, (budeme však akceptovať aj .doc, .jpg alebo .png) a nezabudnite k nemu pripojiť aj fotky, ktoré spravíte počas vášho experimentu.

Dokument doplnený o vaše odpovede nám odošlite na adresu **experiment@ijso.sk** do **29.3.2023 23:59**. Nezabudnite taktiež vyplniť prihlasovací formulár na <https://forms.gle/Pn9YdHuxT8GDR1zv7>.

## Čo budete potrebovať?

Pomôcky na experiment nájdete doma, v potravinách alebo v lekárni. Budete potrebovať:

- 3%-ný roztok peroxidu vodíka (ktorý je dostupný bežne v lekárni)
- trochu saponátu na riad alebo tekutého mydla,
- aspoň šesť 7-gramových sáčkov sušeného droždia,
- cukor, med a džús (alebo ľubovoľné iné kvapaliny obsahujúce cukor),
- tri plastové fľaše (najlepšie objemu 0.5l s úzkym hrdlom),
- balóniky,
- širšiu tácku s vysokým okrajom alebo lavór,
- kuchynské váhy,
- lievik,
- posuvný meter,

- odmerné nádobky a lyžičky na prípravu surovín,
- kuchynský teplomer,
- ochranné (napr. latexové) rukavice.

Nepovinnou pomôckou je trocha potravinárskeho farbiva.

## 1 Produkcia plynov kvasinkami

Cukor predstavuje pre kvasinky zdroj potravy (substrát), ktorý vedia metabolizovať a vytvárať z neho molekuly ATP, ktoré uchovávajú energiu potrebnú pre všetky životné procesy. Pokiaľ bunky pekne dýchajú a spotrebávajú kyslík (respirujú), rozkladajú glukózu na vodu a oxid uhličitý. Avšak, kvasinky sú schopné vytvárať energiu aj anaeróbne (nespotrebávajú kyslík) a vtedy rozkladom glukózy vzniká etanol a oxid uhličitý (kvasenie).

V pekárstve sa kvasinky používajú práve kvôli oxidu uhličitému, ktorý vytvára v ceste bublinky a tým zväčšuje objem a zlepšuje textúru cesta.

- a) (1 b) Zapíšte stechiometricky vyrovnanú chemickú rovnicu alkoholového kvasenia glukózy.

V prvej časti pokusu sa pozrieme na produkciu plynov kvasinkami. Na zostavenie aparatúry budete potrebovať tri plastové fľaše, tri balóniky, meter, teplú vodu zohriatu na teplotu zhruba 35 °C, tri sáčky sušeného droždia a tri potraviny obsahujúce cukor.

1. Do pollitrovej plastovej fľaše nalejte 300 ml teplej vody, 15 g cukornatej látky (cukor, med, džús) a sáčok sušeného droždia (zhruba 7 g).
2. Zamiešajte, aby sa váš zdroj cukru rozpustil. Tento krok je zvlášť dôležitý, ak používate med.
3. Na hrdlo fľaše navlečte balónik.
4. Zaznamenajte si čas začiatku experimentu. Od tohto momentu zmerajte priemer troch balónikov každých 15 minút v priebehu nasledujúcich dvoch hodín.
5. Získaných 24 experimentálnych údajov zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku.

- b) (0.5 b) Meranie zdokumentujte fotografiami.
- c) (1 b) Ktorý spôsob rozkladu glukózy (aeróbny alebo anaeróbny) je pre kvasinky energeticky výhodnejší a prečo?
- d) (4.5 b) Zostrojte graf s tromi závislosťami priemeru troch balónikov v cm od času v minútach. Graf môžete zostrojiť v tabuľkovom editore (napr. Exceli) alebo na milimetrový papier. Priložte tento graf k vášmu riešeniu.
- e) (0.5 b) Ako to, že sa balóniky nafukujú? Čím sa jednotlivé balóniky plnia?
- f) (1 b) Ktorý substrát spôsobil, že sa balónik nafúkol najrýchlejšie? Čo bolo dôvodom tohoto javu?
- g) (0.5 b) V ktorom okamihu rástol objem balónikov najrýchlejšie a v ktorom najpomalšie pre jednotlivé cukornaté látky?

## 2 Slonia zubná pasta

Slonia zubná pasta a činnosť kvasiniek majú spoločnú črtu - obe reakcie vytvárajú plyny, ktoré „nabublávajú“ zvyšok reakčnej zmesi a tým zväčšujú jej objem. Domáce usporiadanie experimentu slonej zubnej pasty tiež využíva rehydratované sušené kvasinky.

Počas tejto reakcie sa chemická energia uskladnená vo väzbách peroxidu vodíka uvoľňuje do okolia a následne sa premieňa na iné formy energie. Časť sa premení na mechanickú energiu a pozorujeme pohyb zmesi kvapaliny a uvoľneného plynu, ako stúpa z fľaše. Iná časť sa premieňa na tepelnú energiu a pozorujeme zahriatie výslednej zmesi plynu a kvapaliny.

V nasledujúcom pokuse budeme merať výšku stĺpca zmesi, ktorý vystúpa z fľaše, hmotnosť a teplotu vyšumenej peny.

### BEZPEČNOSTNÉ OKIENKO

Trojpercentný roztok peroxidu vodíka nepredstavuje nebezpečenstvo, ak si ním polejete pokožku. Je príliš zriedený na to, aby vás poleptal. Napriek tomu odporúčame, aby ste si dávali pozor a mali na sebe ochranné rukavice (latexové alebo nitrilové). Výšku stĺpca peny odčítajte z dostatočnej vzdialenosti, aby sa vám počas pokusu nedostala pena na tvár.

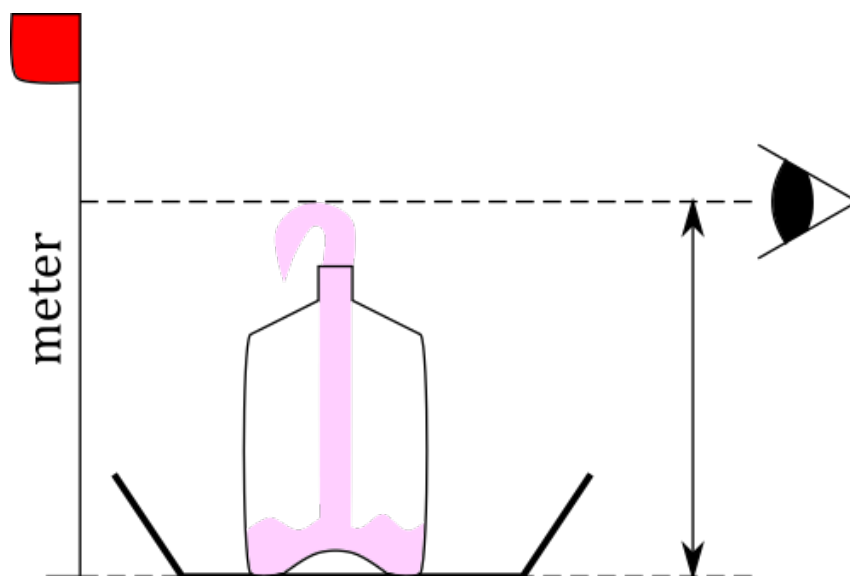
Nakoľko sa pri reakcii uvoľňuje teplo, vyšumená pena bude tesne po prebehnutí reakcie horúca. Manipulujte s ňou opatrne. Pokus odporúčame vykonať v kúpeľni vo vani alebo vonku.

## Postup

1. Odvážte lavór alebo tácku. Zistite, aká je teplota v miestnosti alebo vonku, v závislosti od toho, kde experiment robíte (použijete izbový teplomer, termostat alebo údaje o dennej teplote z internetu, napr. SHMÚ). Všetky údaje zapíšte do odpovedového hárku.
2. Fľašu, lavór alebo tácku, a posuvný meter zostavte tak, ako je naznačené na Obr. 1.
3. Do fľaše nalejte zhruba 5 ml saponátu na riad alebo tekutého mydla.
4. Do tej istej fľaše nalejte pomocou lievika 150 ml 3%-ného roztoku peroxidu vodíka. Zaznamenajte do odpovedového hárku výšku peroxidu vo fľaši  $h_{per}$ .
5. Ak chcete našej reakcii pridať štýl navyše, môžete v tomto stupni pridať pár kvapiek potravinárskeho farbiva (tento krok je nepovinný, ale výsledok bude krajší ;).
6. Jeden sáčok sušeného droždia (7 g) rozmiešajte v 50 ml teplej vody (s podobnou teplotou ako v prvej úlohe). Nechajte asi minútu odstáť. Po minúte túto zmes cez lievik nalejte do fľaše k roztoku peroxidu. Lievik rýchlo a opatrne vytiahnite a sledujte majestátnu chemickú reakciu.
7. Na posuvnom metri odčítajte najvyššiu dosiahnutú výšku stĺpca peny  $H_{pena}$  tak, ako je znázornené na Obr. 1.
8. Taktiež zmerajte kuchynským teplomerom teplotu peny  $t_{pena}$ .<sup>1</sup>
9. Po skončení reakcie znova odvážte lavór aj s vyšumenou penou. Vypočítajte hmotnosť peny  $m_{pena}$ . Všetky údaje zapíšte do tabuľky v odpovedovom hárku.
10. Meranie zopakujte trikrát.

---

<sup>1</sup>Ak doma nemáte kuchynský teplomer, určite ho nemusíte kupovať. Pre ďalšie výpočty v úlohe 2e) použijte priemernú teplotu 34 °C.



Obr. 1: Zostavenie experimentu slonej zubnej pasty.

## Vaše úlohy

- (0.5 b) Meranie zdokumentujte fotkami.
- (1.5 b) Vypočítajte priemernú výšku stĺpca peny od spodku lavóra.
- (1.5 b) Z troch meraní vypočítajte priemernú hodnotu teploty peny.
- (1.5 b) Z troch meraní vypočítajte priemernú hodnotu hmotnosti peny.
- (1 b) Určte maximálnu potenciálnu energiu, ktorú dosiahla zmes pri svojom pohybe.
- (2 b) Vypočítajte rýchlosť, ktorou by mala dopadať na spodok lavóra pena z priemernej hodnoty  $H_{pena}$ , ak by sme uvažovali voľný pád. Prečo je skutočná rýchlosť výrazne nižšia?
- (2 b) Vypočítajte priemerné množstvo tepla, ktoré reakcia odovzdala vyšumenej pene. Uvažujte pri tom, že merná tepelná kapacita zmesi je  $3.97 \text{ kJ/kg/}^\circ\text{C}$ .

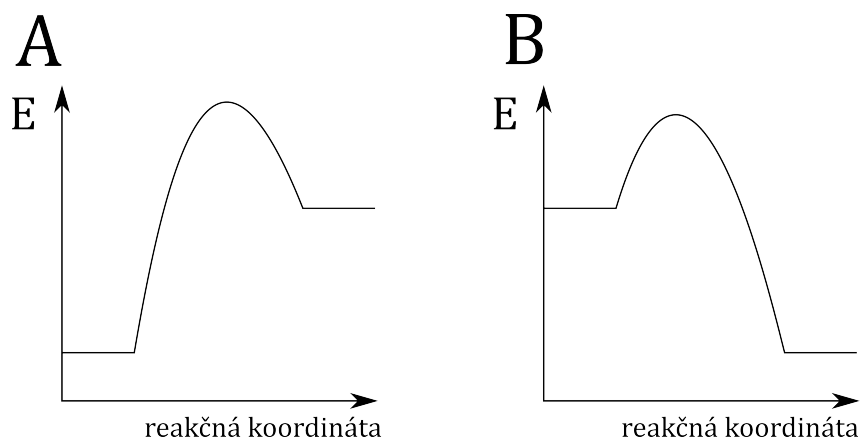
## 3 Rozklad peroxidu vodíka

Ako sme už spomínali, pokus slonia zubná pasta je založený na rozklade peroxidu vodíka. Pri tejto reakcii sa uvoľňuje veľké množstvo plynu, ktoré spolu so saponátom alebo mydlom vytvára penu.

- a) (1 b) Zapište stechiometricky vyrovnanú reakciu rozkladu peroxidu vodíka.
- b) (0.5 b) Pomenujte plyn, ktorý pri tejto reakcii vzniká.
- c) (2 b) Predpokladajte, že zreaguje všetok peroxid vodíka, ktorý ste naliali do fľaše, teda 150 ml roztoku s tromi objemovými percentami peroxidu. Vypočítajte hmotnosť plynu, ktorá vznikne pri takejto reakcii. Uvažujte s hustotou peroxidu vodíka  $1.45 \text{ g/cm}^3$ .

Ako ste mohli pozorovať, počas tejto reakcie stúpala teplota reakčnej zmesi. Toto je dôležitá charakteristika chemickej reakcie.

- d) (0.5 b) Čo znamená, keď je reakcia endotermická alebo exotermická?
- e) (0.5 b) Je táto reakcia endotermická alebo exotermická?
- f) (1 b) Na Obr. 2 sú znázornené reakčné koordináty pre dve chemické reakcie A a B. Reakčná koordináta je grafom závislosti chemickej energie  $E$  látok účastniacich sa reakcie od priebehu (alebo „fázy“) reakcie. Určte, ktorá koordináta predstavuje endotermickú a ktorá exotermickú reakciu a vysvetlite.



Obr. 2: Reakčné koordináty k úlohe 3f).

Keby sme peroxid vodíka nechali dlhý čas v otvorenej fľaši, pozorovali by sme postupné zníženie jeho koncentrácie v roztoku. To preto, lebo reakcia rozkladu peroxidu vodíka prebieha aj samovoľne, avšak je veľmi pomalá. Pre urýchlenie tejto reakcie do reakčného systému pridávame katalyzátor.

- g) (0.5 b) Čo je katalyzátor?

- h) (0.5 b) Čo pôsobí ako katalyzátor vo vašej reakčnej zmesi?
- i) (1 b) Uveďte aspoň tri ďalšie látky, ktoré sú schopné katalyzovať rozklad peroxidu vodíka.
- j) (1 b) Uveďte aspoň tri reakcie, ktoré v prírode alebo priemyselnej praxi využívajú katalyzátor.
- k) (1.5 b) Do Obr. 3 v odpovedovom hárku nakreslite reakčné koordináty katalyzovanej a nekatalyzovanej reakcie.

Trojpercentný roztok peroxidu vodíka, ktorý ste pravdepodobne kúpili v lekární, sa v praxi používa napríklad na dezinfekciu rán.

- l) (1 b) Vysvetlite prečo.



# ODPOVEĎOVÝ HÁROK

Meno:

Dátum narodenia:

Mesto:

Škola:

Trieda:

## 1 Produkcia plynov kvasinkami

1a) (1 b) Zapíšte stechiometricky vyrovnanú chemickú rovnicu alkoholového kvasenia glukózy.

.....

1b) (0.5 b) Fotky z experimentu priložte k odpovedovému hároku.

1c) (1 b) Ktorý spôsob rozkladu glukózy je pre kvasinky energeticky výhodnejší a prečo?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

1d) (4.5 b) Potravina vo fľaši 1: .....

Potravina vo fľaši 2: .....

Potravina vo fľaši 3: .....

Tabuľka pre meranie priemeru balónikov:

Čas [min]	Priemer 1 [cm]	Priemer 2 [cm]	Priemer 3 [cm]
15			
30			
45			
60			
75			
90			
105			
120			

Zostrojený graf priložte k vášmu riešeniu.

1e) (0.5 b) Ako to, že sa balóniky nafukujú? Čím sa jednotlivé balóniky plnia?

.....

.....

.....

.....

.....

1f) (1 b) Ktorý substrát spôsobil, že sa balónik nafúkol najrýchlejšie? Čo bolo dôvodom tohoto javu?

.....

.....

.....

.....

.....

1g) (0.5 b) V ktorom okamihu rástol objem balónikov najrýchlejšie a v ktorom najpomalšie pre jednotlivé cukornaté látky?

.....

.....

.....

Tabuľka 1: Tabuľka nameraných údajov

Meranie	$h_{per}$ [cm]	$H_{pena}$ [cm]	$t_{pena}$ [°C]	$m_{pena}$ [g]
1				
2				
3				

## 2 Slonia zubná pasta

Hmotnosť lavóra alebo tácky:

.....  
Izbová teplota:

.....

2a) (0.5 b) Fotky z experimentu priložte k odpovedovému hárkú.

2b) (1.5 b) Aká je priemerná výška stĺpca peny?

.....

2c) (1.5 b) Priemerná teplota vyšumenej peny:

.....

2d) (1.5 b) Priemerná hmotnosť vyšumenej peny:

.....

2e) (1 b) Maximálna potenciálna energia vyšumenej kvapaliny:

.....

.....

.....

2f) (2 b) Rýchlosť pri dopade z  $H_{pena}$  a dôvod, prečo v praxi je tá hodnota nižšia:

.....

.....

.....

2g) (2 b) Priemerné teplo odovzdané reakciou vyšumenej peny:

.....

.....  
.....

### 3 Rozklad peroxidu vodíka

3a) (1 b) Zapište stechiometricky vyrovnanú reakciu rozkladu peroxidu vodíka:

.....  
.....

3b) (0.5 b) Pomenujte plyn, ktorý pri tejto reakcii vzniká:

.....

3c) (2 b) Hmotnosť plynu, ktorá vzniká pri rozklade peroxidu vodíka:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3d) (0.5 b) Čo znamená, keď je reakcia endotermická alebo exotermická?

.....  
.....  
.....

3e) (0.5 b) Je táto reakcia endotermická alebo exotermická?

.....

3f) (1 b) Reakcia A je:

.....

Reakcia B je:

.....

Vysvetlenie:

.....  
.....

3g) (0.5 b) Čo je katalyzátor?

.....

3h) (0.5 b) Čo pôsobí ako katalyzátor vo vašej reakčnej zmesi?

.....

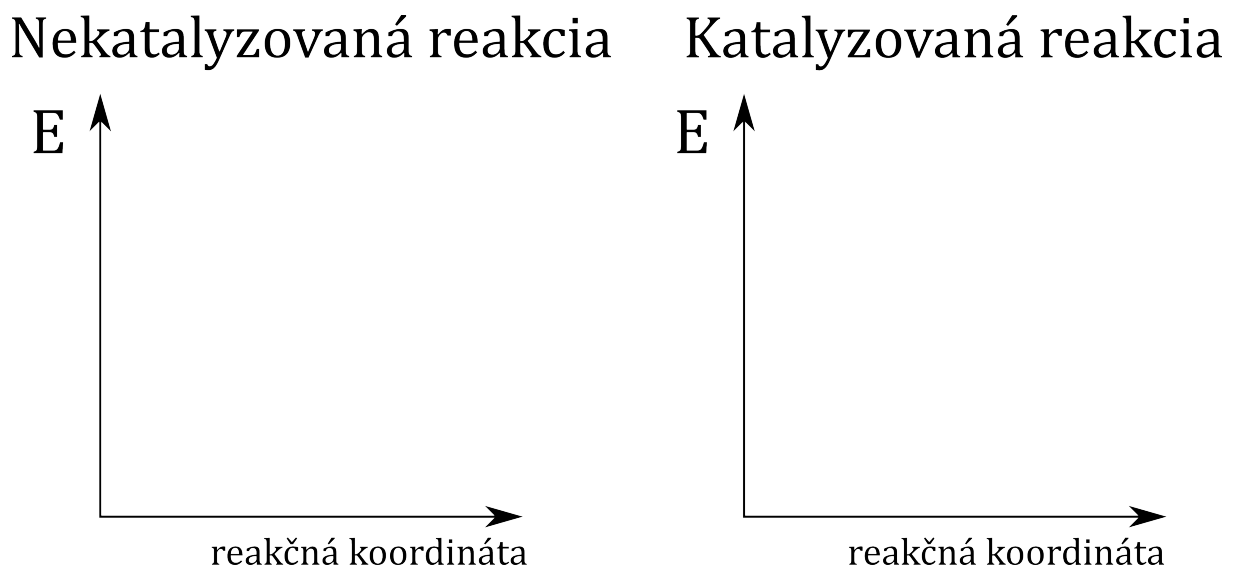
3i) (1 b) Uveďte aspoň tri ďalšie látky, ktoré sú schopné katalyzovať rozklad peroxidu vodíka.

.....  
.....  
.....

3j) (1 b) Uveďte aspoň tri reakcie, ktoré v prírode alebo priemyselnej praxi využívajú katalyzátor.

.....  
.....  
.....

3k) (1.5 b) Nakreslite reakčné koordináty katalyzovanej a nekatalyzovanej reakcie do Obr. 3



Obr. 3: Reakčné koordináty k úlohe 3k)

3l) (1 b) Vysvetlite, prečo sa peroxid vodíka používa na dezinfekciu:

.....

.....  
.....  
.....  
.....