



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

olympiáda
mladých
vedcov

www.ijso.sk

Fyzika

1. Bicyklová pumpa má pracovný priestor tvaru valca s prierezom 3 cm^2 a zdvihom piesta 30 cm. Hadička a ďalšie priestory, z ktorých pri pumpovaní nie je možné vytlačiť vzduch majú objem 10 cm^3 . Predpokladajme, že pumpujeme pomaly, teda vzduch v pumpe nemení v priebehu pumpovania svoju teplotu. Ak je vonkajší tlak 100 kPa, na aký maximálny tlak dokáže pumpa nahustiť koleso?
(3 body)

Jedná sa o tzv. izotermický dej (dej plynu pri konštantnej teplote) a pri ňom platí $p \cdot V = \text{konšt}$. Celkový objem pumpy s vysunutým piestom je $3 \times 30 + 10 = 100 \text{ cm}^3$ a po zasunutí piestu 10 cm^3 , zmenší sa teda 10krát. Rovnako tak sa zvýši desaťnásobne tlak, výsledok je teda $1000 \text{ kPa} = 1 \text{ MPa}$.

2. Ak by sme v predchádzajúcom prípade pumpovali rýchlo, a vzduch by si nemohol udržať stabilnú teplotu, ako by sa zmenil maximálny dosiahnuteľný tlak? Stačí, ak uvediete, či sa zvýši, zníži alebo sa nezmení.
(1 bod)

Pri stláčaní sa plyn zohrieva a teplejší plyn má vyšší tlak, maximálny tlak by teda stúpol. Ak by sme pracovali naozaj rýchlo, mohlo by ísť o takzvaný adiabatický dej, pri ktorom neprebíha tepelná výmena s okolím. Vtedy platí rovnica $pV^\kappa = \text{konšt}$, kde κ je adiabatická konštanta a pre vzduch má hodnotu asi 1,4. Maximálny tlak plynu by teda bol približne $10^{1,4} 100 \text{ kPa} = 2,5 \text{ MPa}$.

3. Mozartove guličky sú bombóny zložené z 38% nugátového krému, 40% marcipánu a zvyšok tvorí horká čokoláda. Bombóny sa vyrábajú tak, že vnútro je tvorené nugátovým krémom v tvare gule, okolo neho je obalený marcipán tak, aby celok tvoril väčšiu guľu a navrchu je čokoláda vytvarovaná tak, že výsledný bombón má tvar gule s polomerom 1 cm. V balení s hmotnosťou 297 g je 18 ks bombónov.

a) Aká je priemerná hustota bombónu? Pri ďalších dvoch otázkach predpokladajte, že nugát, marcipán aj čokoláda majú vypočítanú priemernú hustotu.

b) Aký je polomer guličky z nugátového krému?

c) Aká je hrúbka vrstvy čokolády?

(4 body)

Objem jedného bombónu je $\frac{4}{3}\pi r^3$, čo po dosadení polomeru 1 cm dáva $4,19 \text{ cm}^3$. 18 kusov bombónov má teda objem $75,35 \text{ cm}^3$, čo pri hmotnosti 297 gramov dáva hustotu

$\rho = \frac{297}{75,35} = 3,94 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Nugátový krém tvorí 38% objemu guličky, keďže predpokladáme, že má rovnakú hustotu ako marcipán a čokoláda. Objem guličky preto musí byť

$$V = 0,38 \cdot 4,19 = 1,59 \text{ cm}^3$$

. To zodpovedá po dosadení do rovnice pre objem gule polomeru

$$r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = 0,72 \text{ cm}$$

Na určenie hrúbky čokolády je najjednoduchšie spočítať polomer nugátu obaleného marcipánom, čo tvorí 78% objemu guličky. Zodpovedajúci polomer po dosadení rovnakej

$$V = 0,78 \cdot 4,19 = 3,27 \text{ cm}^3$$

rovnice ako v predchádzajúcom bode nám dá

a z toho polomer 0.92

cm. Z toho vychádza polomer čokolády približne 0.08 cm.

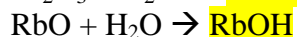
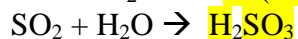
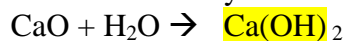
4. Lukostrelec strieľa na terč vo vzdialenosti 32 metrov (strelec i terč sú v rovnakej výške). Rýchlosť šípu je 40 m/s. Ako vysoko nad stred terča musí lukostrelec mieriť, aby ho trafil? Odpor vzduchu zanedbajte a za hodnotu gravitačného zrýchlenia zoberte 10ms^{-2} . Pri výpočte môžete využiť vzorec $\sin(\alpha)\cos(\alpha) = \frac{1}{2}\sin(2\alpha)$.

(6 bodov)

Pre let šípu platia vzorce pre šikmý vrh. Pre vodorovnú vzdialenosť platí $s = \frac{v^2}{g} \sin(2\alpha)$, kde s je vzdialenosť cieľa, v rýchlosť šípu, g gravitačné zrýchlenie a α uhol, pod ktorým strieľame. Teraz si už len stačí uvedomiť, že musíme mieriť do výšky $h = s \cdot \sin(\alpha)$. Po dosadení hodnôt dostávame $\alpha \approx 5,76^\circ$ a z toho $h \approx 3,23\text{m}$.

Chémia

1. Acidobázické vlastnosti oxidov závisia od parciálneho náboju na atóme kyslíka. Všeobecne platí, že oxidy alkalických kovov majú silne zásaditý charakter, pretože kyslíkový anión má vyšší záporný čiastkový náboj. Takéto oxidy môžu v acidobázických reakciách pôsobiť ako donory elektrónového páru. Väčšina oxidov je vo vode nerozpustná okrem oxidov alkalických kovov, oxidov kovov alkalických zemín a oxidov nekovov. Napíšte stechiometricky upravené rovnice reakcie týchto zlúčenín s vodou:

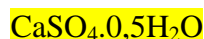


(1 bod)

2. Vypočítajte hmotnostný zlomok vody v hemihydráte síranu vápenatého ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$).

$\text{Ar}(\text{Ca})=40,08$; $\text{Ar}(\text{S})=32,07$; $\text{Ar}(\text{O})=16$; $\text{Ar}(\text{H})=1$

(1 bod)



$$w = \frac{M(0,5 \cdot \text{H}_2\text{O})}{M(\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O})} = \frac{M(9)}{M(40,08 + 32,07 + 4 \times 16 + 9)} = \frac{9}{145,15} = 0,062 = \underline{6,2\%}$$

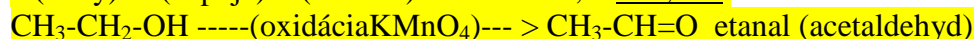
3. Alkoholický nápoj s obsahom 35 objemových % etanolu. Vypočítajte objem vody v 750 ml tohto nápoja. Napíšte reakciu a názov zlúčeniny, ktorá vzniká oxidáciou etanolu.

(1 bod)

$$\gamma = 35\% = 0,35 = \frac{V(\text{etanolu})}{V(\text{nápoja})} = \frac{V(\text{etanolu})}{750 \text{ ml}}$$

$$V(\text{etanolu}) = 262,5 \text{ ml}$$

$$V(\text{vody}) = V(\text{nápoja}) - V(\text{etanolu}) = 750 \text{ ml} - 262,5 = \underline{487,5 \text{ ml}}$$



4. Vypočítajte, aké bude pH roztoku, ktorý vznikne zmiešaním 5dm^3 roztoku HCl s $\text{pH}=1,5$ a 10dm^3 roztoku HCl s $\text{pH}=2,8$.
(2 body)

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_3 \cdot (V_1 + V_2)$$

$$c_1: \text{pH}=1,5 \dots c_1 = 10^{-1,5} \text{ mol/dm}^3 = 0,0316 \text{ mol/dm}^3$$

$$V_1 = 5 \text{ dm}^3$$

$$c_2: \text{pH}=2,8 \dots c_2 = 10^{-2,8} \text{ mol/dm}^3 = 1,5849 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$V_2 = 10 \text{ dm}^3$$

$$10^{-1,5} \text{ mol/dm}^3 \cdot 5 \text{ dm}^3 + 10^{-2,8} \text{ mol/dm}^3 \cdot 10 \text{ dm}^3 = c_3 \cdot (5 \text{ dm}^3 + 10 \text{ dm}^3)$$

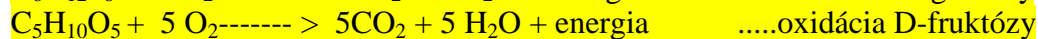
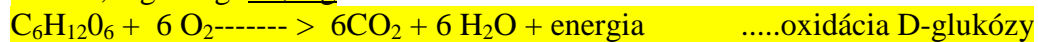
$$c_3 = 0,0116 \text{ mol/dm}^3 \implies \text{pH} = -\log 0,0116 \implies \text{pH} = 1,94$$

5. Lipidy a sacharidy sú zásobárňou energie v tele človeka. Ich oxidáciou sa uvoľňuje energia. Oxidáciou lipidov (tukov) sa uvoľní cca. 38 kJ/g energie a oxidáciou sacharidov telo získava približne 17 kJ/g energie. Predpokladajme že efektívnosť premeny tukov na energiu je cca. 45% a cukrov na energiu cca. 83% . Vypočítajte o koľko gramov cukru viac musíte zjesť aby si telo vyrobilo rovnaké množstvo energie ako pri spálení 150g lipidov. Napíšte ľubovoľnú rovnicu oxidovania cukru.
(1 bod)

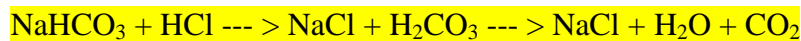
$$38 \cdot 150 \cdot 0,45 = x \cdot 17 \cdot 0,83$$

$$X = 2565 / 14,11 = 181,79\text{g}$$

$$Y = 181,79\text{g} - 150\text{g} = 31,79\text{g}$$



6. Aký objem kyseliny chlorovodíkovej musíte naliať do 100 ml 1M roztoku hydrogénuhličitanu sodného, aby mal roztok $\text{pH}=7$? Napíšte stechiometricky vyvážené rovnice reakcií.
($1\text{M} = 1\text{ mol/dm}^3$) $M(\text{Na})=23$; $M(\text{Cl})=35,45$; $M(\text{H})=1$; $M(\text{C})=12,01$; $M(\text{O})=16$;
(1,5 bodu)



$$V_1 = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ dm}^3$$

$$c_1 = 1 \text{ mol/dm}^3$$

$$V_2 = ?$$

$$\text{zvolíme si napríklad: } c_2 = 1 \text{ mol/dm}^3$$

$$n_1 = n_2$$

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

$$V_2 = c_1 \cdot V_1 / c_2$$

$$V_2 = 0,1 \text{ dm}^3$$

$$0,1 \text{ dm}^3 \text{ s koncentráciou } 1 \text{ mol/dm}^3.$$

7. Vypočítajte koľko g solí a aký počet molekúl skleníkových plynov vznikne v ideálnom prípade v reakcii v úlohe č.8.

$M(\text{Na}) = 23$; $M(\text{Cl}) = 35,45$; $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{C}) = 12,01$; $M(\text{O}) = 16$;

(1,5 bodu)

$$V_1 = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ dm}^3$$

$$c_1 = 1 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{HCl}) \dots\dots\dots n = m/M$$

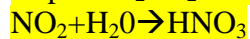
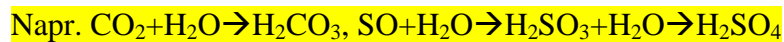
$$m(\text{NaCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{NaCl})$$

$$m(\text{NaCl}) = 0,1 \text{ mol} \cdot (23 + 35,45) \text{ g/mol} = 5,485 \text{ g}$$

$$N_A = N/n \dots\dots\dots N = N_A \cdot n = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 0,1 \text{ mol} = 6,022 \cdot 10^{22} \text{ molekúl}$$

8. Kyslé dažde sú v súčasnosti jedným z dôležitým dejov, ktorý škodlivo pôsobí na ľudí, rastliny, zvieratá, budovy a ostatné veci na Zemi. Napíšte reakcie vzniku kyslých dažďov z plynných oxidov v oblakoch obsahujúcich vodnú paru. Napíšte aspoň 2 konkrétne príklady škodlivého pôsobenia kyslých dažďov na živé organizmy.

(1 bod)



Leptanie pokožky, oxidovanie prostredia = zmena ekotopov, úhyn niektorých organizmov

...

Biológia

1. Po meiotickom delení eukaryotických buniek vznikajú štyri dcérske bunky, v ktorých sa rodičovské gény štiepia v pomere 1:1. Ak sa dva gény nachádzajú na rôznych chromozómoch dedia sa nezávisle od seba a frekvencia genotypov s nerodičovskou zostavou génov je rovnaká ako s rodičovskou zostavou génov. Ak dva gény ležia na jednom chromozóme, sú vo väzbe a dedia sa prevažne spolu. Frekvencia nerodičovských genotypov je oveľa nižšia ako rodičovských.

Dostali ste potomstvo s nasledovnými genotypmi:

	Genotyp	Počet
1	ADE trp	32
2	ade TRP	34
3	ADE TRP	23
4	ade trp	20

Viete, že každý rodič má jednu mutantnú alelu rôznych génov.

- Určite genotypy rodičov!
- Určite, ktoré genotypy z daných sú rekombinantné (nerodičovské)
- Určite, či sú gény viazané alebo ležia na rôznych chromozómoch.

(2 body)

Gény sú vo väzbe, pretože prevládajú rodičovské genotypy. Ak by neboli vo väzbe, bolo by zastúpenie jednotlivých genotypov približne rovnaké. 1. rodič má genotyp ADE trp a 2. rodič má genotyp ade TRP, rekombinantné genotypy sú ADE TRP a ade trp.

2. Mendelistické pravidlá dedičnosti neplatia vždy. U ľudí sa často stáva, že vysokí rodičia majú vysoké deti a nízki rodičia nízke deti. Avšak výška dospelých ľudí je veľmi variabilná v populácii a predstavuje normálne rozdelenie v podobe Gausovej krivky. Vysvetlite prečo tu neplatia klasické Mendelove pravidlá a čo má vplyv na dedičnosť tejto vlastnosti.

(0,5 bodu)

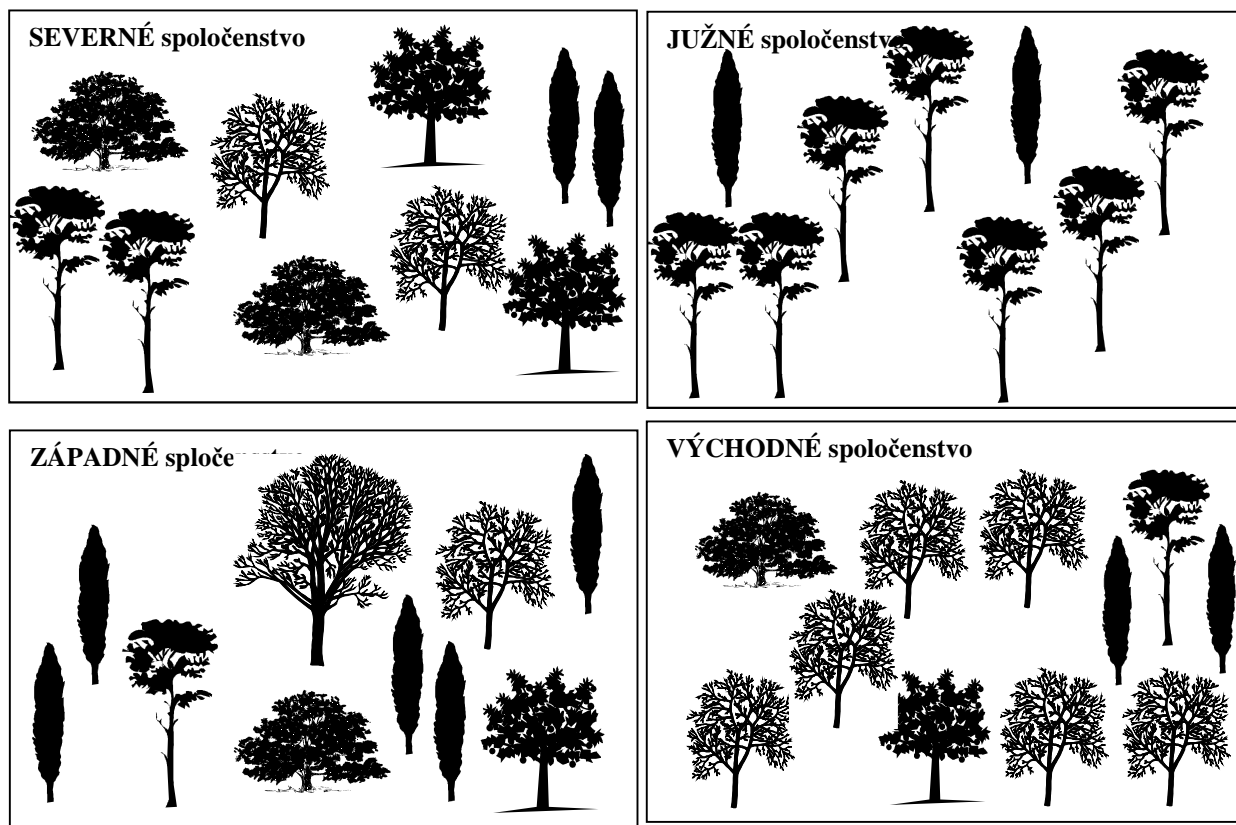
ide o polygénnu dedičnosť s vysokým vplyvom vonkajšieho prostedia na fenotyp

3. Niektoré druhy bambusov žijú dlho vegetatívne. Niektoré kvitnú každých 20-50 rokov, ale potom všetky bambusy daného druhu uhynú. Vysvetlite aký prínos má táto evolučná stratégia.

(0,5 bodu)

semená majú veľa predátorov a sú zraniteľné. Ale ak sa utvoria každých 20-50 rokov, žiaden predátor nemá šancu sa na ne špecializovať a majú väčšiu šancu na prežitie

4. Na štyroch lokalitách v severnej, južnej, západnej a východnej Ottawe, Kanada, sa zistili štyri spoločenstvá stromov. Tieto spoločenstvá sú znázornené dolu, kde každý odlišný obrázok stromu symbolizuje odlišný druh a každý obrázok stromu reprezentuje 10 jedincov.
(1,2 bodu)



	Znak spoločenstva	ODPOVEĎ (správnu označte krížikom)			
		A. Severné	B. Južné	C. Západné	D. Východné
a.	Najvyššie druhové bohatstvo			<input checked="" type="checkbox"/>	
b.	Najnižšie druhové bohatstvo		<input checked="" type="checkbox"/>		
c.	Najvyššia druhová diverzita	<input checked="" type="checkbox"/>			
d.	Najnižšia druhová diverzita		<input checked="" type="checkbox"/>		
e.	Najvyššia celková početnosť				<input checked="" type="checkbox"/>
f.	Najnižšia celková početnosť		<input checked="" type="checkbox"/>		

5. Rastliny získavajú rôzne minerálne živiny z pôdy. Tieto živiny majú odlišnú fyziologickú úlohu v rastlinách..

Spárujte prvky/zlúčeniny z ľavého stĺpca s ich funkciami v rastlinách v pravom stĺpci. Napíšte vaše odpovede do tabuľky dole.

(1,8 bodu)

A. Dusík	1. Katión, ktorý je dôležitý pre tvorbu turgoru v prieduchoch
B. Dusičnan	2. Dusíkové aniónové zlúčeniny, ktoré sú dostupné rastlinám v prírodných ekosystémoch
C. Jód	3. Nevyhnutný pre syntézu bočných reťazcov cysteínu a metionínu
D. Fosfát	4. Prvok prítomný vo všetkých aminokyselinách, nukleotidoch a chlorofyle
E. Horčík	5. Kov prítomný v molekulách chlorofylu
F. Draslík	6. Zložka DNA a RNA, ktorá nie je časťou purínu alebo pyrimidínových báz
G. Sulfát	7. Zúčastňuje sa na foto-oxidácii vody počas fotosyntézy
H. Mangán	8. Nie je nevyhnutný pre rast rastlín

Tabuľka na odpovede:

A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.
4	2	8	6	5	1	3	7