



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.



Основна
школа

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

Изборно такмичење
27.09.2025.

1. Како ће се променити брзина простирања таласа кроз гас, ако се притисак повећа два пута, а густина гаса смањи два пута? **(4п)**
 - а) Повећаће се два пута
 - б) Смањиће се два пута
 - в) Повећаће се четири пута
 - г) Неће се променити

2. Уколико се објективна јачина звука смањи 100 пута, како се промени субјективна јачина звука? **(4п)**
 - а) Смањи се за 100 dB
 - б) Смањи се за 10 dB
 - в) Повећа се за 100 dB
 - г) Смањи се за 20 dB

3. За два сата број радиоактивних језгара се смањио за 93,75 %. Колико износи период полураспада T ? Колико је износио однос броја распаднутих језгара и почетног броја језгара N_0 , након првих пола сата? **(4п)**
 - а) $T = 0,50 \text{ h} ; 0,5$
 - б) $T = 0,75 \text{ h} ; 2$
 - в) $T = 0,25 \text{ h} ; 0,5$
 - г) $T = 0,50 \text{ h} ; 1$

4. Светлост која из ваздуха пада на равну површину воде, истовремено се делимично одбија и делимично прелама. Уколико одбијена и преломљена светлост заклапају прав угао, колико износи преломни угао светлости γ ? Брзина светлости у води износи $c_2 = 2,26 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. **(4п)**
 - а) $\gamma = 46^\circ$
 - б) $\gamma = 37^\circ$
 - в) $\gamma = 53^\circ$
 - г) $\gamma = 34^\circ$



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.



5. Дужина бакарног штапа на $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ износи $l_0 = 1\text{ m}$. За колико се промени дужина бакарног штапа ако се он загреје од $t_1 = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $t_2 = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$? Термички коефицијент линеарног ширења бакра је $\alpha = 1,7 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$. (4п)

- а) 0,42 mm
- б) 0,51 mm
- в) 0,37 mm
- г) 0,26 mm

6. Док се приближава станици, воз емитује звучни сигнал фреквенције $\nu_0 = 560\text{ Hz}$, а отправник возова који чека на станици региструје сигнал фреквенције $\nu = 577,5\text{ Hz}$. Истовремено, отправник возова дувајући у пиштаљку емитује звук фреквенције ν'_0 , док машиновођа воза региструје звук пиштаљке фреквенције $\nu' = 3\,400\text{ Hz}$. Колико износи фреквенција звука пиштаљке ν'_0 ? Сматрати да се воз креће праволинијски константном брзином. (4п)

- а) $\nu'_0 = 3\,350\text{ Hz}$
- б) $\nu'_0 = 3\,450\text{ Hz}$
- в) $\nu'_0 = 3\,300\text{ Hz}$
- г) $\nu'_0 = 3\,270\text{ Hz}$

7. Анђела и Ива на ролшулама стоје једна наспрам друге. Анђелина маса је $m_1 = 50\text{ kg}$ и она у рукама држи лопту масе $m = 600\text{ g}$, док је маса Иве $m_2 = 44\text{ kg}$. Колико ће износити релативна брзина Анђеле у односу на Иву, након што Анђела добади лопту Иви? Сматрати да се лопта од Анђеле до Иве креће хоризонтално брзином $v = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Занемарити трења. (4п)

- а) $0,008 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- б) $0,015 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- в) $0,11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- г) $0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

8. У почетном тренутку електрично кувало се укључи и у њега се убади $m = 1,5\text{ kg}$ леда температуре $t_1 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Након $t = 34,5\text{ min}$ од почетног тренутка, из кувала сва вода испари. Одредити снагу кувала P . Специфични топлотни капацитети воде и леда су $c_v = 4\,200\text{ J/kgK}$ и $c_L = 2\,100\text{ J/kgK}$, по реду, специфична топлота испаравања воде је $\lambda_v = 2,26\text{ MJ/kg}$, а специфична топлота топљења леда је $\lambda_L = 333\text{ kJ/kg}$. Атмосферски притисак је нормалан, а специфични топлотни капацитет кувала је занемарљив. (7п)

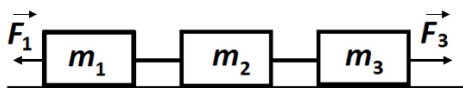
9. Ваздух запремине V налази се у вертикалном цилиндричном суду који је затворен покретним клипом масе m и површине S . Колика ће бити запремина гаса испод клипа уколико се на клип постави тег 6 пута веће масе од масе клипа. Температура је константна. Атмосферски притисак је p_0 . (7,5п)



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.



10. Три тела маса $m_1=1$ kg, $m_2=0,7$ kg и $m_3=0,8$ kg налазе се на хоризонталној подлози међусобно повезана неистегљивим ужетом. На тело масе m_1 делује сила $F_1=4$ N, а на тело масе m_3 делује сила $F_3=7$ N. Силе су у правцу ужета и имају супротне смерове. Одредити однос сила затезања ужета које делују између тела m_2 и m_3 (T_{23}) и тела m_1 и m_2 (T_{12}), тј. $\frac{T_{23}}{T_{12}}$. Масу ужета, као и трење између подлоге и тела занемарити. (7,5п)



:

Задатке припремили: 1-8, Марко Милошевић, ПМФ Крагујевац, 9-10, др Нора Тркља Боца, Физички факултет, Београд

Рецензенти: Комисија за такмичења

Председник Комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад !



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.



Основна
школа

Друштво физичара Србије
Министарство просвете Републике Србије
РЕШЕЊА

Изборно такмичење
27.09.2025.

- Брзина простирања таласа кроз гас чији је притисак p , а густина ρ , дата је релацијом $u = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$, где је γ Поасонов коефицијент. Након увршћивања промена датих у поставци задатка, за брзину таласа добија се $u' = \sqrt{\frac{\gamma^2 p}{\frac{\rho}{2}}} = 2\sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} = 2u$, дакле брзина простирања таласа повећала се двапут, тј. тачан одговор је под а) Повећаће се два пута [4п].
- Нека су објективне јачине звука пре и после смањења I_1 и I_2 , по реду, тада су одговарајуће субјективне јачине звука дате релацијама $L_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$ и $L_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$. Комбинацијом претходне две релације добија се да је промена субјективне јачине звука $\Delta L = L_1 - L_2$, односно $\Delta L = 10 \log \frac{I_1}{I_2} = 20 \text{ dB}$, тј. тачан одговор је под г) Смањи се за 20 dB [4п].
- Примењујући закон радиоактивног распада $N = N_0 e^{-\lambda t}$, где су N , $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ и t тренутни број радиоактивних језгара, константа распада и време, по реду, добија се $0,0625 N_0 = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$, одакле следи да је $T = -\frac{\ln 2}{\ln 0,0625} t = 0,50 \text{ h}$. Првих пола сата представљају један период полураспада, и након првих пола сата број распаднутих језгара износи $N_0 - 0,5 N_0 = 0,5 N_0$, те је однос броја распаднутих језгара и почетног броја језгара N_0 једнак $\frac{0,5 N_0}{N_0} = 0,5$, тј. тачан одговор је под а) $T = 0,50 \text{ h}$; 0,5 [4п].
- Упадни угао α једнак је одбојном углу β , $\alpha = \beta$. Пошто одбијена и преломљена светлост заклапају прав угао, онда важи да је $\beta + \gamma = 90^\circ$. Закон преламања гласи: $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{c_1}{c_2}$, где је c_1 брзина светлости у ваздуху (вакууму). Комбинацијом претходне три релације добија се да је $\gamma = \tan^{-1} \left(\frac{c_2}{c_1} \right) = 37^\circ$, дакле тачан одговор је под б) $\gamma = 37^\circ$ [4п].
- Дужина штапа на температури t_1 дефинисана је изразом $l_1 = l_0(1 + \alpha t_1)$, а дужина штапа на температури t_2 дефинисана је изразом $l_2 = l_0(1 + \alpha t_2)$. Следи да је промена дужине штапа $l_2 - l_1 = \alpha l_0(t_2 - t_1) = 0,51 \text{ mm}$, тј. тачан одговор је под б) 0,51 mm [4п].
- У првом делу задатка, воз представља извор који се креће брзином v ка непокретном пријемнику, па важи релација $\nu = \nu_0 \frac{u}{u-v}$, где је u брзина звука у ваздуху. У другом делу задатка, воз представља пријемник који се креће брзином v ка непокретном извору, па важи релација $\nu' = \nu_0 \frac{u+v}{u}$. Комбинацијом претходне две релације добија се $\nu'_0 = \frac{\nu' v}{2v - \nu_0} = 3300 \text{ Hz}$, тј. тачан одговор је под в) $\nu'_0 = 3\,300 \text{ Hz}$ [4п].
- Примењујући закон одржања импулса на Анђелино кретање, добија се релација: $mv = m_1 v_1$, где је v_1 Анђелина брзина након што је бацила лопту. Дакле, Анђелина брзина након бацања лопте износи $v_1 = \frac{mv}{m_1} = 0,072 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Примењујући закон одржања импулса на Ивино кретање, добија се релација: $mv = (m_2 + m)v_2$, где је v_2 Ивина брзина након што је ухватила лопту. Дакле, Ивина брзина након што је ухватила лопту износи $v_2 = \frac{mv}{m_2 + m} \approx 0,08 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Пошто се Анђела и Ива крећу у супротним смеровима, релативна брзина Анђеле у односу на Иву дата је релацијом $v_1 + v_2 \approx 0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, тј. тачан одговор је под г) $0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ [4п].



ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2024/2025. ГОДИНЕ.



8. Обележимо са Q енергију која је потребна да сва вода из кувала испари. Обележимо са: Q_1 енергију потребну за загревање леда од $t_1 = -10^\circ\text{C}$ до $t_2 = 0^\circ\text{C}$; Q_2 енергију потребну за топљење леда; Q_3 енергију потребну за загревање воде од $t_2 = 0^\circ\text{C}$ до $t_3 = 100^\circ\text{C}$; Q_4 енергију потребну да вода пређе из течног у гасовито агрегатно стање. За наведене енергије важе релације: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$ [0,5п]; $Q = Pt$ [1п]; $Q_1 = mc_L(t_2 - t_1)$ [1п]; $Q_2 = m\lambda_L$ [1п]; $Q_3 = mc_V(t_3 - t_2)$ [1п]; $Q_4 = m\lambda_V$ [1п]. Комбинацијом претходних релација добија се да је снага кувала $P = \frac{m[c_L(t_2 - t_1) + \lambda_L + c_V(t_3 - t_2) + \lambda_V]}{t} \approx 2\,200\text{ W}$ [1+0,5п].
9. Нека је p_1 притисак ваздуха испод клипа. Из услова равнотеже клипа: $p_0S + mg = p_1S$, па је $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$ [2п]. Након постављања тега, притисак ваздуха испод клипа биће: $p_2 = p_0 + \frac{(m+6m)g}{S} = p_0 + \frac{7mg}{S}$ [2п]. На основу једначине стања идеалног гаса пре и након постављања тега на клип и користећи се условом задатка ($T = \text{const}$), следи: $p_1V_1 = p_2V_2$ [2п]. Запремина гаса испод клипа након постављања тега је: $V_2 = \frac{p_1}{p_2}V_1 = \frac{p_0S + mg}{p_0S + 7mg}V_1$ [1,5п].
10. Једначине кретања тела масе m_1 и m_3 : $T_{12} - F_1 = m_1a$ [2п] и $F_3 - T_{23} = m_3a$ [2п].
Убрзање система: $a = \frac{F_3 - F_1}{m_1 + m_2 + m_3}$ [2п]. Тражени однос је: $x = \frac{F_3 - m_3a}{m_1a + F_1} = \frac{F_3(m_1 + m_2 + m_3) - m_3(F_3 - F_1)}{m_1(F_3 - F_1) + F_1(m_1 + m_2 + m_3)}$ [1п], тј. $x = 1,16$ [0,5п].

PITANJA IZ BIOLOGIJE

1. Zaokružiti NETAČAN iskaz o ćelijskoj membrani:

- a) Ćelijska membrana predstavlja selektivnu barijeru za prolaz polarnih molekula i jona.
- b) Lipidni sastav oba sloja lipida membrane ne mora biti isti.
- c) Proteini membrane lako mogu prelaziti iz jednog u drugi lipidni sloj.
- d) Ćelijska membrana je uvek zatvorena struktura, bez slobodnih ivica

2. Zaokružiti tačan iskaz:

- a) Glukoza povezana glikozidnom vezom sa fruktozom čini laktozu.
- b) Mozak je najveći potrošač glukoze u organizmu.
- c) Glukoza je najzastupljeniji disaharid u prirodi.
- d) Glukoza se kroz ćelijsku membranu, niz gradijent koncentracije, transportuje aktivnim transportom.

3. Nukleozom:

- a) je mesto sinteze rRNK
- b) je izgrađen od proteina i DNK
- c) je najviši nivo pakovanja DNK
- d) je naziv za jedrovu plazmu

4. Ako ćelija na kraju prve mejotičke deobe ima 6 molekula DNK, tada je njen:

- a) haploidni broj hromozoma 6
- b) broj molekula DNK u profazi prve mejotičke deobe 12
- c) diploidni broj hromozoma 12
- d) broj molekula DNK u metafazi druge mejotičke deobe 12

5. Koliki je rizik da će dete biti obolelo ako je majka heterozigot za dominantni mutirani alel a otac fenotipski normalni homozigot?

- a) 100%
- b) 75%
- c) 50%**
- d) 25%

6. Kada roditelji imaju decu O i AB krvne grupe, može se pretpostaviti da su oni:

- a) takođe O i AB krvne grupe
- b) homozigoti različitih krvnih grupa
- c) heterozigoti A i B krvne grupe**
- d) jedan homozigot a drugi heterozigot različitih krvnih grupa

7. Čelije jednog organizma:

- a) sadrže iste proteine
- b) sadrže iste gene**
- c) sadrže iste gene i iste proteine
- d) Nema tačnog odgovora.

8. Kod čoveka proces oplodjenja se odvija u:

- a) uterusu
- b) grliću materice
- c) gornjoj polovini jajovoda**
- d) jajnicima

9. Monozigotni (jednoajčani) blizanci:

- a) imaju identičan jedarni nasledni materijal
- b) mogu biti različitog pola
- c) nastaju razdvajanjem blastomera nakon prve deobe zigota
- d) nastaju oplodnjem jedne jajne ćelije sa dva spermatozoida
- e) Tačni su odgovori a) i c)

10. Nakon intenzivnog vežbanja, promene se dešavaju u mišićnom tkivu. U poređenju sa stanjem „mirovanja“, kakva će biti promena koncentracije?

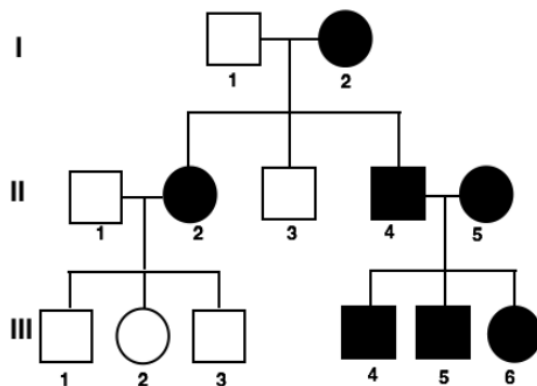
	Glikogen	ATP	Mlečna kiselina	pH
a	snižen	snižen	povišen	snižen
b	povišen	povišen	povišen	snižen
c	povišen	snižen	snižen	povišen
d	snižen	povišen	povišen	snižen

11. Morske sase (anemone) sadrže otrov koji se koristi za ubod i paralizu plena. Riba klovn sadrži enzim u svojoj koži koji je čini imunom na otrov. Ovo omogućava ribi klovn da slobodno živi među pipcima morske sase bez povreda, zaštićena od svojih prirodnih predatora. Zauzvrat, riba klovn štiti anemone od predatorskih riba, koje mogu da jedu morske sase. Kakav je ovo primer odnosa organizama?

- a) Predator-plen
- b) Mutualizam
- c) Komenzalizam
- d) Parazitizam

12. Rodoslov ispod prati prisustvo spojenih ušnih resica kroz generaciju porodice.

Spojene ušne resice predstavljaju autozomno recesivnu osobinu.



Koji je genotip osobe II-3?

a) ee

b) Ee

c) X^{EY}

d) EE

13. Ako deo lanca molekula DNK ima sekvencu 3' CTTGGATCGA 5', koji od sledećih lanaca iRNK bi bio sintetisan?

a) 5' CUUGGAUCGA 3'

b) 5' GUUCCATCGA 3'

c) 5' GAACCTAGCT 3'

d) 5' GAACCUAGCU 3'

14. Ranije nepoznat virus je izolovan iz brazilske prašume. Analiza njegovog genoma otkriva da je sastavljen od dvolančanog DNK molekula koji sadrži 14% T (timina). Na osnovu ovih informacija, koliko predviđate da će biti % C (citozina)?

- a) 14%
- b) 28%
- c) 36%**
- d) 72%

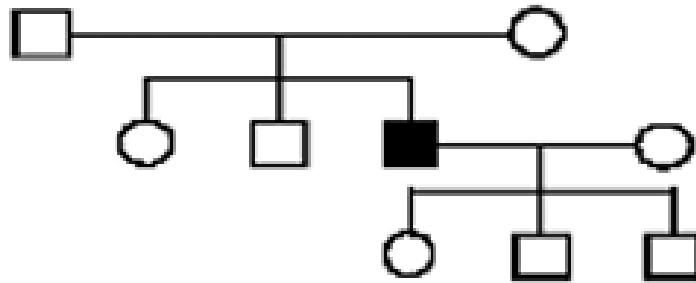
15. Pod pretpostavkom slučajnog kombinovanja, verovatnoća dobijanja potomstva sa genotipom AABbCcdd od dva roditelja sa genotipovima AabbCCDd i AaBbCcDd respektivno je:

- a) 0
- b) 3/4
- c) 3/16
- d) 1/64**
- e) 3/128

16. Slepilo za boje (daltonizam) je recesivna, X-vezana osobina. Jedan par roditelja, koji oboje imaju krvnu grupu A i koji oboje imaju normalan vid, imaju sina koji ima krvnu grupu 0 i slep je za boje (daltonista). Kolika je verovatnoća da će njihovo sledeće dete biti ćerka koja ima krvnu grupu 0 i normalan vid?

- a) 1/2
- b) 1/4
- c) 1/8**
- d) 1/16

17. Na osnovu prikazanog rodoslovnog stabla, koji tip nasleđivanja je najverovatniji?



I Autozomno dominantno

II Autozomno recesivno

III X-vezano dominantno

IV X-vezano recesivno

a) Samo II

b) Samo I ili III

c) Samo II ili IV

d) Sva četiri načina nasleđivanja (I, II, III i IV)

18. Polno razmnožavanje doprinosi:

a) genetičkoj stabilnosti

b) veoma uspešnim vrstama

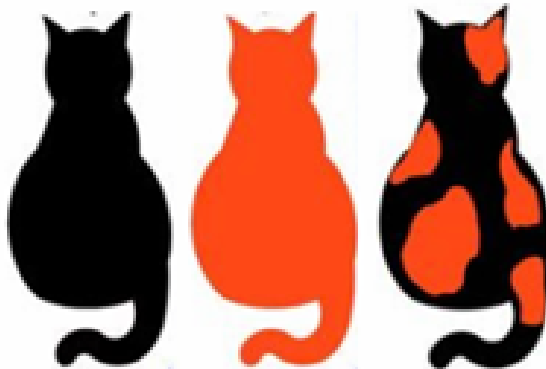
c) stabilnim populacijama

d) genetičkoj raznolikosti

Pitanja 19 i 20 odnose se na sledeće informacije.

Kao i mnogi sisari, vrste mačaka koriste XY sistem određivanja pola gde mušjaci imaju polne hromosome XY, a ženke polne hromosome XX. Kod određene rase mačaka koje se nazivaju kornjačevine ili kaliko mačke, glavni gen za boju krzna nalazi se na X hromozomu. Postoje dva alela za boju krzna za ovaj gen: jedan za narandžasto krzno i jedan za crno krzno.

U određenom leglu mačića, rođena su tri mačića sa sledećim bojama krzna: čisto narandžasto krzno, čisto crno krzno i jedno sa narandžastim i crnim krznom.



19. Koja od sledećih tvrdnji je najverovatnije tačna?

- a) Mače sa narandžastim i crnim krznom je ženka
- b) Mače sa narandžastim i crnim krznom je mužjak
- c) Mačići čiste boje (čisto crno krzno i čisto narandžasto krzno) su mužjaci
- d) Mačići čiste boje (čisto crno krzno i čisto narandžasto krzno) su ženke
- e) Polovi mačića su nasumično određeni tako da se ne mogu utvrditi

20. Ženka mačke sa narandžastim krznom je ukrštena sa mužjakom mačke sa crnim krznom i imala je leglo od šest mačića. Koje od sledećih boja kod potomaka su najverovatnije?

a) 3 muška mačića sa crnim krznom i 3 ženska mačića sa mešanim krznom (narandžasto i crno krzno)

b) 4 muška mačića sa narandžastim krznom i 2 ženska mačića sa mešanim krznom

c) 2 mačića sa crnim krznom, 2 mačića sa narandžastim krznom, 2 mačića sa mešanim krznom

d) 1 muško mače sa mešanim krznom, 5 ženskih mačića sa narandžastim krznom

e. Svi mačići će biti sa mešanim uzorkom krzna

Изборно такмичење за Међународну олимпијаду ученика основних школа 2025. године

Задатак 1

Помешан је арсен-пентафлуорида ($0,0094 \text{ mol}$) са спрашеним селеном ($0,025 \text{ mol}$) у анхидрованом флуороводонику на 78°C , па је смеша постепено загрејана на 0°C у току три дана. Настали испарљиви производ је кондензован ($0,0031 \text{ mol}$) и идентификован као арсен-трифлуорид на основу инфрацрвеног спектра. Уклањањем растварача под вакуумом, заостала је кристална тамно зелена чврста супстанца А ($0,0031 \text{ mol}$). У овој супстанци се могу уочити само два типа јона; један се састоји само од селенових атома, а други од атома арсена и флуора. Други производи нису настајали у реакцији. Узмите да је реакција била квантитативна. **22п**

а) Напишите формулу супстанце А.

б) Напишите Луисову формулу катјона супстанце А, ако знате да она садржи два прстена једнаке величине.

в) Ако је познато да се при растварању супстанце А у води таложи елементарни црвени селен и да је то реакција диспропорције, напишите могућу јонску једначину реакције овог растварања, ако као један од производа настаје селенитна киселина.

Решење задатка 1

Дати подаци:

- Маса реагенса: $\text{AsF}_5 = 0.0094 \text{ mol}$, $\text{Se} = 0.025 \text{ mol}$
- Испарљиви производ: $\text{AsF}_3 = 0.0031 \text{ mol}$
- Заостала чврста супстанца: 0.0031 mol , тамно зелена
- Састав супстанце А: два типа јона - селенидни и арсен-флуор јони

Моларни однос реагенса у чврстој супстанци

Број молова арсена у заосталој супстанци:

$$n_{\text{As}}^{\text{A}} = n_{\text{As}} - n_{\text{As}} = 0.0094 - 0.0031 = 0.0063 \text{ mol}$$

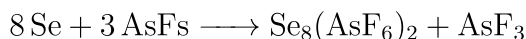
Број молова селена у чврстој супстанци:

$$n_{\text{Se}}^{\text{A}} = 0.025 \text{ mol}$$

Однос Se : As:

$$\frac{n_{\text{Se}}}{n_{\text{As}}} \approx \frac{0.025}{0.0063} \approx 4$$

Реакција:



Хемијска структура супстанце А

Познато је да полиселениди формирају Se_8 прстенове. Пошто је потребан баланс наелектрисања:

- Анјон: Se_8^{2-} - Катјон: AsF_6^+

За баланс набоја: 2 AsF_6^+ катјона за 1 Se_8^{2-} анјон.

Формула супстанце А: $\text{Se}_8(\text{AsF}_6)_2$

Бодовање дела а) 6 поена

• Материјски биланс/стехиометрија реакције (утврђивање односа молова и прелаза $\text{AsF}_5 \rightarrow \text{AsF}_3$) — 2 поена

– Тачно постављен биланс материје и молски односи.

– Делимично тачан биланс (нпр. пропуштен један корак) — 1 поен.

• Идентификација јонског састава супстанце А (катјон само од Se атома; анјон од As и F) — 2 поена

– Јасно наведено да је катјон на бази Se, а анјон As/F.

– Ако је наведено само једно од ова два — 1 поен.

• Правилан набојни биланс и исправна сумарна формула соли А — 2 поена

– Пуна и исправна формула (нпр. $[\text{Se}]^2(\text{AsF})$).

– Ако је грешка само у индексу/формалном набоју, али је логика исправна — 1 поен.

Луисова формула катјона AsF_6^+

Катјон је бицикличан: два једнака петочлана прстена, кондензована структура; формални набоји су локализовани само на Se атомима који припадају „дељеном“ делу два прстена.

Бодовање дела б) 10 поена

• **Правилан број атома Se у катјону, структура са два прстена једнаке величине (петочлани) — 4 поена**

– Насликана/описана бициклична кондензована структура ($2 \times \text{C}_5$ мотив са делом који се дели.

– Ако је један прстен погрешне величине, али је бицикличност препозната — 2 поена.

– Ако је наведено „два прстена“ без кондензације — 1 поен.

• **Формални набоји само на Se атомима који су у „мосту“/кондензованом делу — 2 поена**

– Тачно распоређени формални набоји.

– Ако је један набој добро постављен, други погрешно — 1 поен.

• **Валентни електронски парови/везе коректно приказани (Луисов опис без контрадикција) — 2 поена**

– Приказано коректно попуњавање валентних омотача.

– Мања графичка/нотациона грешка — 1 поен.

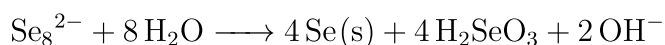
• **Општа конзистентност (стереохемија није обавезна, али не сме бити јасних контрадикција) — 2 поена**

– Без унутрашњих логичких грешака у нацрту.

– Ситне неусклађености — 1 поен.

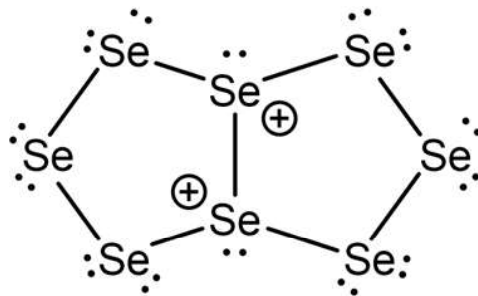
Реакција диспропорције у води

При растварању у води, Se_8^{2-} јон се диспропорционише:



- Таложи се елементарни црвени селен (Se(s)) - Настала је селенитна киселина (H_2SeO_3) - Реакција је типичан пример диспропорције полиселенидног јона

Тражи се једначина у којој се издваја Se(0) (црвени селен) и настаје селенитна киселина (H_2SeO_3); Se се истовремено и оксидује и редукује.



Slika 1: Enter Caption

Бодовање дела в) 6 поена

• Исправно написана јонска/молекулска једначина која даје Se(0) и (H_2SeO_3) као производе — 4 поена

- Пуна стехиометрија и набојни биланс.
- Ако су продукти добри, али стехиометрија није у потпуности избалансирана — 2–3 поена.

• Баланс набоја и атома (Se, O, H) уз навођење улоге воде/протона по потреби — 2 поена

- Набоји и атоми избалансирани.
- Мала грешка у коефицијентима — 1 поен.

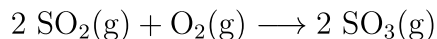
Задатак 2

Почетне концентрације сумпор-диоксида и кисеоника износе 0,8 и 0,4 mol/dm^3 . Реакција између њих се одиграва према следећој једначини реакције: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Како ће се променити брзина реакције у односу на почетну када у реакционој смеси остане 25% од почетне количине кисеоника? Резултат изразити као цео број.

Решење задатка 2

Дати подаци:

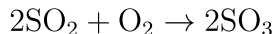
- Почетне концентрације: $[\text{SO}_2]_0 = 0.8 \text{ mol/dm}^3$, $[\text{O}_2]_0 = 0.4 \text{ mol/dm}^3$
- Реакција:



- На крају, остало 25% почетне концентрације кисеоника.

Општа формула за брзину

За реакцију:



ако претпоставимо да је ред реакције по сваком реагенсу једнак стехиометрији (или да је брзина реакције дата експериментално као $r = k[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]$), имамо:

$$r \sim [\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]$$

—

Промене концентрација

Нека је почетна концентрација кисеоника $[\text{O}_2]_0 = 0.4 \text{ mol/dm}^3$.

На крају остаје 25% почетне концентрације:

$$[\text{O}_2] = 0.25 \cdot [\text{O}_2]_0 = 0.25 \cdot 0.4 = 0.1 \text{ mol/dm}^3$$

Реакција стехиометријски троши 2 мола SO_2 по 1 мола O_2 , па се концентрација SO_2 смањује за:

$$\Delta[\text{SO}_2] = 2 \cdot \Delta[\text{O}_2] = 2 \cdot (0.4 - 0.1) = 0.6 \text{ mol/dm}^3$$

Преостала концентрација SO_2 :

$$[\text{SO}_2] = [\text{SO}_2]_0 - \Delta[\text{SO}_2] = 0.8 - 0.6 = 0.2 \text{ mol/dm}^3$$

—

Однос брзина

Брзина реакције је пропорционална:

$$r \sim [\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]$$

- Почетна брзина:

$$r_0 \sim (0.8)^2 \cdot 0.4 = 0.64 \cdot 0.4 = 0.256$$

- Брзина на крају:

$$r \sim (0.2)^2 \cdot 0.1 = 0.04 \cdot 0.1 = 0.004$$

Однос:

$$\frac{r_0}{r} = \frac{0.256}{0.004} \approx 64$$

Бодовање

Реакција: $2 \text{ SO(g)} + \text{O(g)} \rightarrow 2 \text{ SO(g)}$. Полазне концентрације: $[\text{SO}] = 0.8 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{O}] = 0.4 \text{ mol/dm}^3$. Тражи се однос v/v када остане 25% почетног O .

• Написан општи брзински закон нпр. $v = k[\text{SO}_2]^m[\text{O}_2]^n$ и иницијални $v_0 = k[\text{SO}_2]_0^m[\text{O}_2]_0^n$ — 3 поена

– Коректно формулисан однос $\frac{v}{v_0} = \left(\frac{[\text{SO}_2]}{[\text{SO}_2]_0}\right)^m \left(\frac{[\text{O}_2]}{[\text{O}_2]_0}\right)^n$.

– Ако је заборављен један фактор — 2 поена.

• Препознато да је O_2 ограничујући у датом тренутку и израчунат однос концентрација при 25% O_2 — 2 поена

- $[O_2] = 0.25[O_2]_0 \rightarrow$ фактор за O_2 је 0.25^n .
- Делимично препознато — 1 поен.
- **Повезивање са стехиометријом (ако се тражи експлицитно), или јасно наведен однос без нагађања редова — 1 поена**
 - Прихвата се решење у облику функције m, n ако нису дати редови.
 - **Ако решење преузима елементарне редове ($m=2, n=1$) уз образложење, правилан нумерички однос $v/v — 2$ поена**
 - За $m=2, n=1$ и претпоставку пропорционалног пада $[SO]$ према стехиометрији — пун бод.
 - Мали алгебарски лапсус — 1 поен.

Задатак 3

При растварању 1,6 g CuSO_4 144,9 g воде издваја се 665 kJ топлоте, а при растварању 1,25 g CuSO_4 апсорбује се 59,65 kJ. Израчунајте енталпију настајања кристалохидрата бакар-сулфата из чврстог анхидрованог бакар-сулфата и воде. Вредности заокружених атомских маса које треба користи у задатку (g/mol): Cu 64, S 32, O 16, H 1. Резултат изразити на две децимале.

Решење задатка 3

При растварању имамо два експеримента:

1. Раствор анхидрованог CuSO_4 :

$$m(\text{CuSO}_4) = 1.6 \text{ g}, \quad q = 665 \text{ kJ}$$

2. Раствор кристалног хидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 1.25 \text{ g}, \quad q = 59.65 \text{ kJ апсорбованих}$$

—

Израчунавање молова

Анхидровани CuSO_4 : Молска маса:

$$M(\text{CuSO}_4) = 64 + 32 + 4 \cdot 16 = 64 + 32 + 64 = 160 \text{ g/mol}$$

Број молова:

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{1.6}{160} = 0.01 \text{ mol}$$

Кристалохидрат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: Молска маса воде у хидрату:

$$M(5\text{H}_2\text{O}) = 5 \cdot (2 \cdot 1 + 16) = 5 \cdot 18 = 90 \text{ g/mol}$$

Молска маса целог хидрата:

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 160 + 90 = 250 \text{ g/mol}$$

Број молова:

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{1.25}{250} = 0.005 \text{ mol}$$

—

Енталпија растворања по молу

Анхидровани CuSO_4 :

$$\Delta H_{\text{rastv}}(\text{CuSO}_4) = \frac{665 \text{ kJ}}{0.01 \text{ mol}} = 66\,500 \text{ kJ/mol}$$

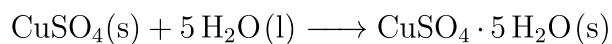
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$:

$$\Delta H_{\text{rastv}}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{-59.65 \text{ kJ}}{0.005 \text{ mol}} = -11\,930 \text{ kJ/mol}$$

- Минус јер је апсорбује топлоту.

Енталпија настајања кристалохидрата

Енталпија настајања хидрата из анхидрованог соли и воде:



Енталпија:

$$\Delta H_{\text{formation}} = \Delta H_{\text{rastv}}(\text{CuSO}_4) - \Delta H_{\text{rastv}}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$$

$$\Delta H_{\text{formation}} = 66.5 - (-11.93) = 78.43 \text{ kJ/mol}$$

—

Резултат:

Енталпија настајања кристалохидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ је:

$$\Delta H_{\text{formation}} = -78.43 \text{ kJ/mol}$$

Бодовање

Дата је топлота растварања CuSO_4 (анхидрат) и $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$. Тражи се енталпија настајања кристалохидрата из чврстог анхидрата и течне воде (Хесов закон).

• **Јасно записане термохемијске једначине за оба процеса растварања (са знаковима топлота) — 3 поена**

- Коректан избор знака за егзотермичан/ендотермичан процес.
- Ако је знак за један процес погрешан — 1–2 поена.

• **Конструисана Хесова шема за реакцију: $\text{CuSO}(\text{s}) + 5 \text{H}(\text{s})$ — 3 поена**

- Логички исправно сабирање/одузимање једначина.
- Мања пропуст — 1–2 поена.

• **Нумерички прорачун ΔH формирања кристалохидрата са јединицом — 4 поена**

- Коначна вредност и знак коректни; наведене релевантне масе/молови из задатка.
- Мали рачунски пропуст — 2–3 поена.

Задатак 4

Израчунати pH раствора амонијум-пропионата концентрације $0,12 \text{ mol/dm}^3$ ако знате да је константа киселости пропионске киселине $K_a = 1,33 \cdot 10^{-5}$, а константа базности амонијака $K_b = 1,79 \cdot 10^{-5}$, а јонски производ воде $K_w = 10^{-14}$. Резултат изразити на две децимале.

Решење задатка 4

Концентрација амонијум-пропионата је $c = 0,12 \text{ mol/dm}^3$, константа киселости пропионске киселине је $K_a = 1,33 \cdot 10^{-5}$, константа базности амонијака је $K_b = 1,79 \cdot 10^{-5}$, а јонски производ воде је $K_w = 10^{-14}$.

Амонијум-пропионат је со слабих киселина и база, па се pH раствора може приближно израчунати као:

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \log \frac{K_b(\text{NH}_4^+)}{K_a(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH})}$$

Убацивањем вредности добијамо:

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \log \frac{1,79 \cdot 10^{-5}}{1,33 \cdot 10^{-5}} = 7 + \frac{1}{2} \log 1,345 \approx 7 + 0,065 \approx 7,07$$

Резултат:

$\text{pH} \approx 7,07$

Бодовање

Раствор амонијум-пропионата има концентрацију $c = 0,12 \text{ mol/dm}^3$, дата је константа киселости пропионске киселине $K_a(\text{HPr})$ и константа базности амонијака $K_b(\text{NH}_3)$, као и јонски производ воде $K_w = 10^{-14}$.

[label=●, leftmargin=*]

1. **Правилан избор модела:** хидролиза соли слабе киселине и слабе базе / ефикасна константа — 3 поена

- Коришћење односа K_a и K_b ; ако је $K_a \approx K_b \Rightarrow \text{pH} \approx 7$.
 - Навођење релевантних једначина хидролизе.
2. **Извођење израза за рН:** (нпр. $\text{pH} \approx \frac{1}{2}(\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2})$ или еквивалентан приступ) — 4 поена
- Јасан алгебарски ток без прескакања кључних корака.
 - Мали пропуст у лог запису — 2–3 поена.
3. **Нумерички прорачун и коментар:** (кисела/базна/готово неутрална) — 3 поена
- Крајњи број са разумним заокруживањем.
 - Ако је знак у логу погрешно применјен — 1–2 поена.