



Erudīcijas konkurss skolēniem

Neklāties kārta - Fizika

Sveiki skolēni,

Kīmijas kārtā ir šādi uzdevumi un eksperimenti:

- Pirmajā daļā – testa uzdevumi, ar vienu pareizu atbildi;
- Otrajā daļā – aprēķinu uzdevumi un viens praktisks uzdevums.

Atbilžu iesūtīšana

- Atbilžu iesniegšanai, lūdzu izmantot sagatavoto *Word* formāta veidlapu, ko atradīsiet pielikumā.
- Abu daļu uzdevumu atbildes un aprakstus noformēt vienā pdf formāta failā un kā pielikumu atsūtīt uz e-pastu bbcentre@rtu.lv līdz **2025. gada 31. oktobrim**.
- Ja komanda aprakstu un eksperimentu protokolēšanai izmanto lielformāta fotoattēlus un/vai video materiālus, iesakām tos iesniegt vērtēšanai kā atsevišķus failus, izmantojot brīvpieejas failu sūtīšanas programmas, piemēram failiem.lv, Youtube video kanāli u.c. **Saitei uz papildus failiem**, jābūt ievietotai uzdevuma apraksta tekstā. Ja Jūsu komandai ir papildus video un/vai foto faili, tiem jābūt pieejamiem darbu labošanas laikā (**pārbaudiet saites darbības laiku**).



Pirmā daļa – Testa jautājumi (20 punkti)

1. Optiskajā mikroskopā izmanto vienu un to pašu objektīvu, bet gaisu starp objektīvu un preparātu aizstāj ar šķidru imersiju, kurai ir lielāks laušanas koeficients. Objektīvs nemainās un darba attālums paliek tāds pats. Kā vislabāk raksturot attēla izmaiņas?

- A. Izšķirtspēja uzlabojas, bet samazinās dziļuma ass (depth of field).
- B. Izšķirtspēja pasliktinās, bet kontrasts pieaug.
- C. Nekas nemainās, jo objektīvs ir tas pats.
- D. Izšķirtspēja un dziļuma ass vienlaikus uzlabojas.

2. Bezkontakta infrasarkanais termometrs ir iestatīts uz emisivitāti $\varepsilon = 1,00$, bet virsmas īstā emisivitāte ir tikai $\varepsilon \approx 0,20$ (spīdīgs metāls). Kāda kļūda rodas temperatūras rādījumā?

- A. Termometrs parādīs zemāku temperatūru, nekā patiesībā.
- B. Termometrs parādīs augstāku temperatūru.
- C. Rādījums būs pareizs, jo ierīce pati kompensē emisivitāti.
- D. Rezultāts būs nejaušs un nevar prognozēt virzienu.

3. Ja Mēness pēkšņi pazustu, cik ātri Zemei “pazustu” Mēness radītais paisuma spēks?

- A. Nekavējoties
- B. Pēc aptuveni 1 sekundes
- C. Pēc 1,3 sekundēm
- D. Pēc 1,3 sekundēm *tikai* okeānos

4. Divi dažādi materiālu slāņi (alumīnijs un plastmasa) ar kopēju biezumu tiek izmantoti rentgenstaru vājināšanai. Pieņemot tikai absorbciju (bez izkliedes), kāda nozīme ir slāņu secībai?

- A. Secībai nav nozīmes — kopējā caurlaide vienmēr ir vienāda.
- B. Vispirms jāliek plastmasa, lai caurlaide būtu mazāka.
- C. Vispirms jāliek alumīnijs, lai caurlaide būtu mazāka.
- D. Secība jāpielāgo atkarībā no starojuma intensitātes.

5. Daiļslidotājs griežas uz vietas un pievelk rokas pie ķermeņa. Ārējs moments netiek pielikts, bet viņa rotācijas ātrums palielinās. Kāpēc vienlaikus pieaug arī kinētiskā enerģija?

- A. Muskuļi izdara darbu, samazinot inerces momentu — enerģija nāk no sportista paša.
- B. Enerģija nāk no grīdas berzes.
- C. Enerģija pieaug, jo samazinās gravitācijas potenciāls.
- D. Enerģija pieaug, jo samazinās gaisa pretestība.

6. Cilvēks pārvietojas pa laivu no pakaļgala uz priekšgalu mierīgā ezerā. Ārēji pretestības spēki ir niecīgi. Kas notiek ar laivas stāvokli pret krastu?

- A. Laiva pabīdās pretējā virzienā, saglabājot masas centra stāvokli.
- B. Laiva paliek vietā, kustas tikai cilvēks.
- C. Laiva pabīdās tajā pašā virzienā.
- D. Laiva tikai šūpojas, bet centra nobīdes nav.



7. Kāpēc debesīs redzamas zvaigznes mirgo, bet planētas gandrīz nemirgo?

- A. Planētas ir tuvāk
- B. Planētām ir stiprāks magnētiskais lauks
- C. Gaisma no planētām iziet cauri atmosfērai citādi
- D. Zvaigznēm ir mazāks šķietamais izmērs

8. Divi neatkarīgi trokšņa avoti katrs rada 80 dB skaņas līmeni vienā punktā. Kāds ir kopējais skaņas līmenis šajā punktā?

- A. Ap 83 dB
- B. 80 dB
- C. 160 dB
- D. 86 dB

9. Kurš no šiem viļņiem izplatās ātrāk vakuumā?

- A. Gaisma
- B. Rentgenstari
- C. Radioviļņi
- D. Visi vienādi

10. Kāpēc rentgena staros kauli izskatās gaišāki nekā muskuļi?

- A Kaulos ir vairāk ūdens
- B Kauli labāk absorbē starojumu
- C Muskuļiem ir mazāks blīvums
- D Rentgens caur kauliem iziet ātrāk

Otrā daļa – Uzdevumi un eksperimenti

1. Uzdevums „Asinsvadu zarošanās noslēpums” (20 punkti)

Uzdevuma apraksts:

Kad paskatāmies uz koka lapu, mēs redzam sarežģītu dzīslējuma tīklu. Tas izskatās kā māksliniecisks raksts, bet patiesībā tur slēpjas stingri fizikas likumi. Līdzīgi ir ar mūsu ķermeni – vēnas un artērijas sazarojas, lai asinis nogādātu katrai ķermeņa daļai. Bet kā daba “izlemj”, cik resns būs katrs zars un katrs asinsvads? Vai tas ir nejauši? Izrādās, ka nē, “optimizē” enerģijas patēriņu un audu uzturēšanas izmaksas, un no šīs optimizācijas izriet pārsteidzoši elegants rezultāts – Mureja kubiskais likums:

$$r_0^3 = r_1^3 + r_2^3$$



Uzdevums:

- a) (8 p.) Izmantojiet Poiseijla likumu, kur hidrauliskie zudumi ir $P \sim \frac{\mu L Q^2}{r^4}$, un pieņemiet, ka asinsvada uzturēšanas izmaksas ir $C \approx \alpha \cdot L \cdot r^2$. Parādiet soli pa solim, kā optimizācija noved pie $r_0^3 = r_1^3 + r_2^3$.
- b) (4 p.) Pie garuma $L = 2,0$ cm, plūsmas $Q_0 = 1,0$ ml/min un asiņu dinamiskā viskozitāte $\mu = 3,5 \times 10^{-3}$ Pa·s aprēķiniet, par cik procentiem palielinās jaudas zudumi, ja eksponents būtu 2,8 vai 3,2, nevis 3.
- c) (4 p.) Atrodiet dabā, izmēriet rādījumus Y-zariem un pārbaudiet, cik tuvu ir $r_0^3 = r_1^3 + r_2^3$. Ziņojiet par procentuālo kļūdu un nenoteiktībām (izmērot vismaz 6 dažādus Y-zarus).
- d) (4 p.) Mazajos kapilāros asiņu efektīvā viskozitāte kļūst mazāka nekā lielākos asinsvados. Izskaidrojiet, kāpēc asiņu plūsma kapilāros kļūst “vieglāka” un kā šī parādība var mainīt teorētisko attiecību starp asinsvadu rādījumiem (eksponenta vērtību Mureja likumā).

2. Uzdevums „Kāds ir ideālais nerva šķiedras diametrs?” (20 punkti)

Uzdevuma apraksts:

Lai dzīvnieks izdzīvotu, viņam bieži vajag reaģēt ātrāk nekā pretiniekam. Kalmāram, piemēram, ir “milzu aksons”, kas ir biezs kā spageti un vada impulsus īpaši ātri. Cilvēkiem tādu aksonu nav, bet mēs izmantojam gudrāku “triku” – mielīna apvalku, kas padara signāla pārvadi daudz efektīvāku. Bet kas nosaka, vai dabai izdevīgāk ir veidot biezus aksonus vai arī tievākus ar mielīnu? Šajā uzdevumā apskatām, kā ātrums un enerģijas izmaksas savstarpēji konkurē.

Pieņēmumi nemielinizētam aksonam: $v(d) \propto \sqrt{d}$, $P(d) \propto d$

Izmaksu funkcija:

$$C(d) = ad + \frac{B}{v(d)}$$

d — aksona diametrs.

$v(d)$ — impulsa vadīšanas ātrums, kā funkcija no diametra.

$P(d)$ — enerģijas (sūkņu) izmaksas uz garuma vienību, kā funkcija no diametra.

$C(d)$ — kopējās izmaksas uz garuma vienību (modeļa funkcija, kas jāminimizē).

a — konstante, kas raksturo enerģijas izmaksu lielumu uz diametra vienību (t.i. cik “dārgi” ir uzturēt katru papildu diametra pieaugumu).

B — konstante, kas raksturo “sodu” par lēnumu (ja impulss iet lēni, tas sistēmai maksā papildus).

Uzdevums:

- a) (4 p.) Pamatojiet, kāpēc $v(d) \propto \sqrt{d}$ un $P(d) \propto d$, piemēram, izmantojot elektrības kabeļa modeļa (angl. *cable theory*) argumentus.
- b) (8 p.) Atrodiet tādu diametru d^* , pie kura izmaksu funkcija $C(d)$ ir vismazākā. Parādiet aprēķina gaitu un izsakiet, kā d^* ir atkarīgs no B/a .



c) (4 p.) Mielinizētām aksonam pieņemiet $v(d) \propto d$ un ka enerģijas izmaksas ir m reizes mazākas. Aprēķiniet optimālo diametru d_{myel} un nosakiet, kā tas attiecas pret nemielinizētā aksona optimālo diametru d^* (attiecība d_{myel}^* / d^*).

d) (4 p.) Nosauciet divas situācijas, kur reakcijas ātrumam ir ļoti liela nozīme (tātad parametrs B ir liels), un divas situācijas, kur reakcijas ātrums nav tik svarīgs (B ir mazs). Paskaidrojiet, kā šādos gadījumos mainītos optimālais aksonu diametru sadalījums populācijā — vai būtu vairāk resnu vai vairāk tievo šķiedru.

3. VIDEO uzdevums: Plūsma ‘asinsvadu’ tīklā (20+ punkti)

Uzdevuma apraksts:

Iedomājieties, ka asinsvadi būtu vienkārši caurules. Laminārā plūsmā, ja spiediena kritums abos galos ir vienāds, šķidruma daudzums, kas iztek cauri caurulei, pieaug ar rādiusu ceturrtā pakāpē. Tas nozīmē, ka pat nelielas izmaiņas diametrā dod milzīgu ietekmi uz plūsmu. Jūsu uzdevums ir pārbaudīt šo likumu praksē, izmantojot parastus salmiņus vai citas pieejamas caurulītes, un parādīt rezultātus īsā video.

$$\text{Poiseijla likums: } Q \propto r^4 / L$$

Uzdevums:

a) (4 p.) Uzfilmējiet īsu (līdz 5 min) video, kur redzams jūsu Y-veida salmiņu modelis. Video skaidri parādiet, kā jūs nodrošināt gandrīz konstantu spiediena kritumu un kā mērāt katra zara plūsmu.

b) (6 p.) Izmantojot savus mērījumus, attēlojiet Q pret r logaritmiskā mērogā un nosakiet eksponentu n likumā $Q \propto r^n$. Ziņojiet par atrasto n vērtību un tās nenoteiktību.

c) (4 p.) Salīdziniet izmērīto plūsmas sadalījumu $Q_A:Q_B$ ar teorētisko prognozi, kas iegūta no rādiusu attiecībām. Pārbaudiet arī, vai jūsu dati apmierina Mureja likumu.

d) (3 p.) Mainiet vienu parametru (piemēram, viena zara garumu vai diametru) tā, lai plūsmas attiecība būtu aptuveni 70:30, bet kopējā plūsma mainītos ne vairāk kā $\pm 10\%$. Paskaidrojiet savu izvēli un pārbaudiet rezultātu.

e) (3 p.) Nosauciet vismaz trīs iespējamās sistemātisko kļūdu avotus. Paskaidrojiet, kā katru no tiem centāties mazināt.

NB! Nemiet vērā, ka vērtēšana norisināsies no 31. oktobra līdz 14. novembrim, video failam jābūt pieejamam šajā laika periodā (pārbaudiet saites darbības laiku). Iesūtītais video tiks ievietots BBCE sociālos tīklos balsošanai un piešķirti papildus punkti.

4. Uzdevums „Alveolu stabilitāte” (20 punkti)

Uzdevuma apraksts:

Plaušās atrodas simtiem miljonu alveolu — niecīgu gaisa maisiņu, kuros notiek gāzu apmaiņa. Pēc Laplasa likuma mazākiem burbuļiem iekšējais spiediens ir lielāks, tāpēc gaiss no tiem



plūstu ārā un tie saplaktu(kolapsētu), bet lielākie burbuļi turpinātu piepūsties. Bet reālajās plaušās tas nenotiek. Kas pasargā alveolas no kolapsa?

Laplasa likums:

$$\Delta P = 2\gamma / r$$

kur ΔP — spiediena starpība, γ — virsmas spriegums, r — alveolas rādiuss.

Uzdevums:

- a) (3 p.) Pieņemot, ka γ ir konstants, paskaidrojiet, kurš alveols (mazāks vai lielāks) būs nestabils un kāpēc.
- b) (6 p.) Piedāvājiēt iespējamu $\gamma(r)$ likumu, kur virsmas spriegums γ samazinās, kad r kļūst mazāks. Izskaidrojiet, kā šāda atkarība palīdz stabilizēt dažādu izmēru alveolas.
- c) (3 p.) Pie $\gamma_0 = 0,030 \text{ N/m}$ un raksturīgā $r^* = 0,20 \text{ mm}$ aprēķiniet ΔP alveolām ar $r = 0,10 \text{ mm}$ un $r = 0,20 \text{ mm}$. Izvērtējiet, vai abas alveolas var līdzās pastāvēt, nesabrūkot vienai otrā.
- d) (4 p.) Tagad ņemiet vērā arī sienas elastību, kas rada pretspiedienu:

$$p_{siena} \approx \frac{E \cdot h}{r}$$

Parādiet, kā līdzsvars rodas, ja $\Delta P(r) = p_{siena}(r)$. Uzzīmējiet grafiku, kurā redzams abu funkciju krustpunkts.

- e) (4 p.) Aprakstiet ar vārdiem un skici, kā alveolas elpošanas laikā nevis saplakt visas reizē, bet aizveras un atveras pakāpeniski (rekrutēšana un derekrutēšana). Norādiet divas pazīmes, kas šādu histēresi parādītu spiediena–tilpuma (P – V) līknē.

