



Valsts izglītības  
satura centrs

## Ieteikumi sagatavošanās organizēšanai 2021./2022.mācību gada centralizētajam eksāmenam fizikā

«Melnās kastes» uzdevumi domāšanas attīstīšanai. Metodiskais materiāls

Jānis Bukins, Siguldas Valsts ģimnāzijas fizikas skolotājs, [janis.bukins@svg.lv](mailto:janis.bukins@svg.lv);

Loreta Juškaite, RTU, ETHZF pētniece, [Loreta.Juskaite@rtu.lv](mailto:Loreta.Juskaite@rtu.lv).

02.11.2021, Rīga



Valsts izglītības  
satura centrs

## Nodarbības mērķis un uzdevumi

Mērķis: zināt, kas ir melnās kastes uzdevumi, un saskatīt to izmantošanu ikdienas mācību procesā;

Uzdevumi:

- iepazīties ar melnās kastes ideju un struktūru;
- atšķirt dažāda veida melnās kastes uzdevumus;
- izpildīt un analizēt dažādus melnās kastes uzdevumus;
- domāt par melnās kastes uzdevumu veidošanu.



## Kas ir Melnā kaste?

- Ir dota noteikta sistēma ar nezināmu iekšējo struktūru.
- Mērķis ir atklāt sistēmas iekšējo struktūru, izmantojot doto informāciju vai veicot noteiktas darbības ar sistēmu (melno kasti).
- Veicot noteiktas darbības (ievade), «melnā kaste» var sniegt informāciju (izvade).
- Atbilstoši situācijai, procesu var atkārtot vairākas reizes, lai pilnveidotu zināmo informāciju un sasniegtu mērķi.





Valsts izglītības  
satura centrs

## Kāpēc mācību procesā izmanto melno kasti

- Darbā ar melno kasti ir saskatāmi visi pētnieciskās darbības soļi: hipotēzes izvirzīšana, darba plānošana (atkarīgie, neatkarīgie lielumi un fiksētie), datu ieguve, datu analīze, pamatotu secinājumu izdarīšana.
- Melnās kastes uzdevumi var būt ar dažādu kognitīvo dziļumu. Ir izveidotas melnās kastes, kas nostiprina zināšanas un pamatprasmes, bet ir arī tādas, kas liek salīdzināt, analizēt, sintezēt un novērtēt informāciju, pieņemt lēmumu, kritizēt, pārskatīt nepiemērotas konstrukcijas un risināt problēmas.
- Melnās kastes uzdevumus izmanto mācību procesā domāšanas attīstīšanai.



## Motivācija domāt par melnajām kastēm

- Skolēniem, pildot attiecīgos uzdevumus, ir nepieciešams darbināt vairākas kognitīvās domāšanas prasmes vienlaicīgi – ir jāstrukturē informācija, jāizdara no tās secinājumi, un tas viss jāsaista kopā ar konkrētā fizikas temata zināšanām. Līdz ar to ir svarīgi ieguvumi no tā, ka skolēni ikdienā var pildīt šādus uzdevumus ne tikai optikā un elektrībā, bet arī citos tematos.
- Paaugstina skolēnu zinātkāri un vēlmi atklāt noslēpumu.
- Uzdevumi ar melnās kastes elementiem ik pa laikam ir valsts fizikas eksāmenos – gan kā izvēļu uzdevumi testā, gan kā strukturēti uzdevumi 2. un 3. daļā, kur nepieciešamas plašākas zināšanas un augstākas domāšanas prasmes.
- Tāpat melnās kastes uzdevumi ir sastopami valsts un starptautiskajās fizikas olimpiādēs. Motivācija runāt par melnajām kastēm nav eksāmenu un olimpiāžu dēļ, bet tajā pašā laikā tas norāda uz to, ka šādi uzdevumi ir svarīgi un nozīmīgi fizikas mācību procesā.



## Klasifikācija. Vispārīgs uzdevumu iedalījums

Šādas klasifikācijas ieviešana ļauj labāk strukturēt un saprast dažādus uzdevumus, kā arī tos izmantot teorētiskajās un praktiskajās fizikas stundās. Izvērtējot melnās kastes uzdevumus, tos var iedalīt vairākās kategorijās.

- Pēc satura: mehānika, elektromagnētisms, optika u.c.
- Pēc informācijas daudzuma:
  - ✓ ir dota (vizuāla) informācija par ievadi un izvadi;
  - ✓ ir doti strukturēti vairāki mērījumi;
  - ✓ patstāvīgi veicami mērījumi.
- Pēc izziņas līmeņa, izmantojot SOLO taksonomiju:
  - ✓ SOLO 1 – identificēt vienu elementu;
  - ✓ SOLO 2 – identificēt vairākus elementus;
  - ✓ SOLO 3 – vairāki elementi patstāvīgā pētījumā.



## Klasifikācija. Uzdevumu iedalījums pēc izziņas līmeņa

Iedalījumā pēc izziņas līmeņa, izmanto SOLO taksonomiju.

- SOLO 1. līmenī ir uzdevumi, kur ir nepieciešams atpazīt vienu elementu sistēmā, piemēram, pēc staru gaitas atpazīt, vai tā ir savācējlēca vai izkliedētājlēca.
- SOLO 2. līmenī jau nepieciešams identificēt vairākus elementus sistēmā, piemēram, uzzīmēt trīs spuldžu elektriskā slēguma shēmu, balstoties uz informāciju, kā tās spīd, ja kāda no spuldzēm tiek izskrūvēta.
- SOLO 3. līmenī jau skolēnam ir jāveic pētījums, kas iekļauj vairākus atšķirīgus mērījumus, lai saistītu atsevišķus elementus kopējā sistēmā. Šajā līmenī var arī nebūt zināms, cik daudz ir katra elementa ir sistēmā.



2. attēls. SOLO taksonomijas modelis (Biggs, Collis, 1982)



## Klasifikācija. Uzdevumu iedalījums pēc pieejamās informācijas daudzuma

Uzdevumu iedalījums pēc pieejamās informācijas daudzuma var būt līdzīgs SOLO līmeņu sadalījumam, bet tajā pašā laikā vērtīgs sadalījums, jo ļauj paskatīties uz uzdevumiem no citas perspektīvas.

- Uzdevumos informācija var tikt dota vizuāli, piemēram, staru gaita. Tas tipiski būtu optikas uzdevumos, bet var arī būt simulācijās, kur ir, piemēram, atšķirīgs spuldziņu spīdēšanas spožums.
- Cits izziņas līmenis būtu, ja dotu strukturētu informāciju kā mērījumus, piemēram, tabulā. Tad tā vairs nav vizuāla informācija, bet skolēnam pašam ir jāpārveido dati, izvērtējot, salīdzinot un secinot atbilstošo struktūru no tās. Šie abi informācijas pasniegšanas veidi (vizuāli un tabulā) ir ļoti ērti piemērojami ikdienas fizikas stundām, kad pašas melnās kastes nav jāveido, bet nepieciešamo domāšanas līmeni var stimulēt caur šādiem teorētiskiem uzdevumiem.
- Augstākā izziņas līmenī būtu iekļaujami eksperimentālie melnās kastes uzdevumi, kur skolēnam pašam ir jāveic eksperiments un tad no iegūtās informācijas jāizdara secinājumi. Tie var būt gan praktiski eksperimentālie uzdevumi, gan arī simulācijas, kurās skolēns mijiedarbojas ar sistēmu. Simulācijās gan iespējas ir limitētākas, taču tāpat tas rada situāciju, kur skolēnam ir jāpieņem lēmums, ko un kādus mērījumus veikt.





Valsts izglītības  
satura centrs

## Uzdevuma piemērs 1. Centralizētais fizikas eksāmens – 1. daļa\*

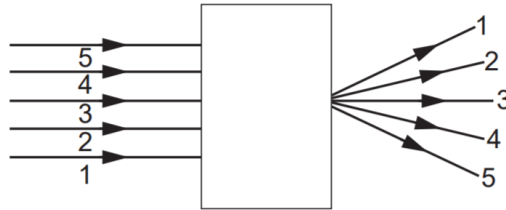
Aktualitāte – piemēri no valsts fizikas eksāmena, kur tiek izmantoti melnās kastes elementi.

\*Fizikas centralizētā eksāmena uzdevumu risinājumi no 2011. līdz 2021. gadam ir pieejami FIZMIX mājaslapā.

### 25. uzdevums

„Melnajā kastē” atrodas viena optiskā ierīce. Pieci paralēli gaismas stari krīt uz „melno kasti”. Kas atrodas „melnajā kastē”?

- A trijstūra prizma
- B savācējlēca
- C izkliedētājlēca
- D plakanparalēlā plāksnīte
- E spogulis



Avots: CE Fizika, 2020.

**Saturs:** optika.

**Nepieciešamās zināšanas, prasmes:** zina staru gaitu optiskajās ierīcēs.

**Kastes veids:** dota visa nepieciešamā informācija.

**Uzdevuma līmenis:** SOLO 1.



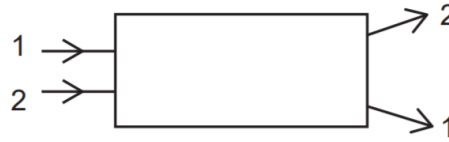
Valsts izglītības  
satura centrs

## Uzdevuma piemērs 2. Centralizētais fizikas eksāmens – 1. daļa

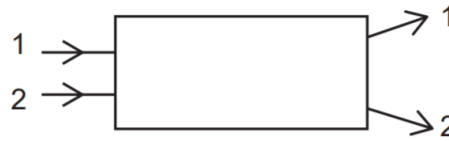
### 25. uzdevums

Attēlā parādīta divu staru 1 un 2 gaita caur dažādām lēcām divās situācijās I un II. Kurā situācijā izmanto savācējlēcu un kurā izkliedētājlēcu?

- A I – izkliedētājlēca; II – savācējlēca
- B I – savācējlēca; II – izkliedētājlēca
- C I – savācējlēca; II – savācējlēca
- D I – izkliedētājlēca; II – izkliedētājlēca



I



II

Avots: CE Fizika, 2019.

**Saturs:** optika.

**Nepieciešamās zināšanas, prasmes:** zina staru gaitu (divās) optiskajās ierīcēs.

**Kastes veids:** dota visa nepieciešamā informācija.

**Uzdevuma līmenis:** SOLO 1.



## Uzdevuma piemērs 3. Centralizētais fizikas eksāmens – 2. daļa

Melnās kastes uzdevumi plaši tiek izmantoti kā strukturētie uzdevumi, kur risinājums nav dots, bet pašam skolēnam risinājums ir jāveido, izmantojot doto informāciju.

### 9. uzdevums (3 punkti)

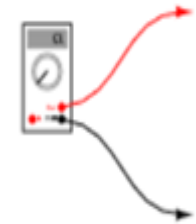
Melnajā kastē apslēpta elektriskā ķēde, kas sastāv no diviem vienādiem rezistoriem un savienojošajiem vadiem. Melnajai kastei ir četri izvadi. Savienojošo vadu pretestību neņem vērā!



Skolēns mērīja pretestību un veica šādus novērojumus:

- 1) starp izvadiem X un Y pretestība nav vienāda ar nulli;
- 2) pretestība starp izvadiem X un Z ir divas reizes lielāka nekā starp izvadiem X un Y;
- 3) starp izvadiem Y un T pretestība ir nulle.

Uzzīmē melnajā kastē iespējamā elektriskā slēguma shēmu!



Avots: CE Fizika, 2018.

**Saturs:** elektriskās ķēdes.

**Nepieciešamās zināšanas, prasmes:** zīmē elektrisko shēmu, ir pamatzināšanas par slēgumiem.

**Kastes veids:** doti strukturēti mērījumi.

**Uzdevuma līmenis:** SOLO 2.



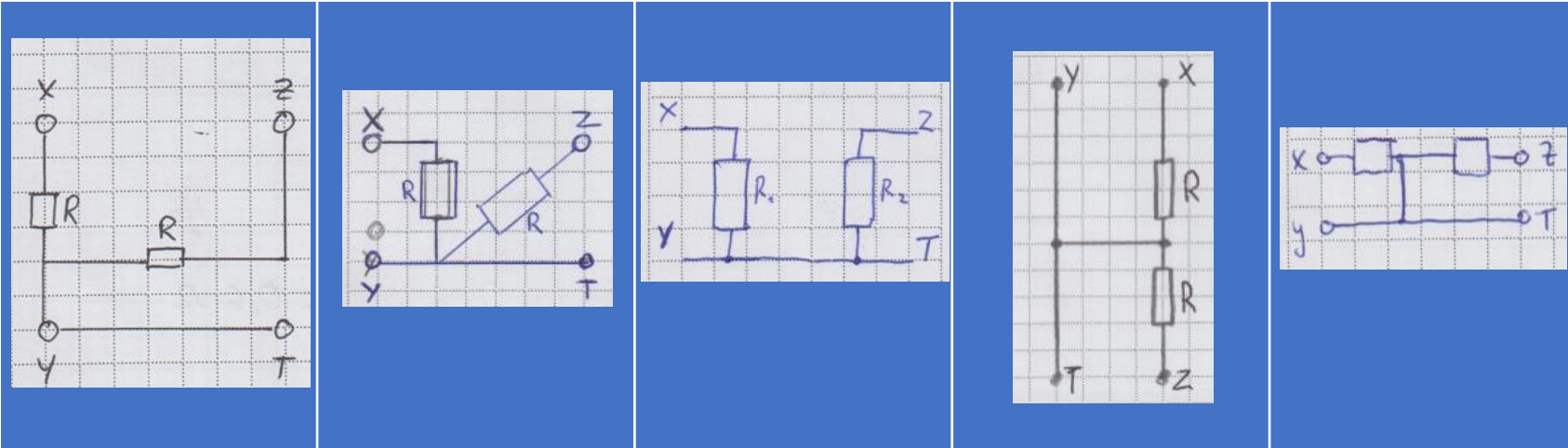
## Uzdevuma piemērs 3. Vērtēšanas kritēriji un iespējamie atrisinājumi\*

\*Fizikas centralizētā eksāmena uzdevumu risinājumi no 2011. līdz 2021.gadam ir pieejami FIZMIX mājaslapā.

Vērtē līmeņos.

- Analizē tekstā doto informāciju un uzzīmē slēguma shēmu atbilstoši uzdevuma noteikumiem bez liekām detaļām. Pieraksta burtus pie izvadiem – 3 punkti.
- Uzzīmē slēguma shēmu bez liekām detaļām, kurā tikai divi elementi atbilst uzdevuma noteikumiem. Pieraksta burtus pie izvadiem – 2 punkti.
- Uzzīmē slēguma shēmu bez liekām detaļām, kurā tikai viens elements atbilst uzdevuma noteikumiem. Pieraksta burtus pie izvadiem – 1 punkts.

Iespējamie atrisinājumi (visos dotajos risinājumos vērtējums ir 3punkti no 3 iespējamiem).





Valsts izglītības  
satura centrs

## Uzdevuma piemērs 4. Centralizētais fizikas eksāmens – 3. daļa

Eksāmena 2. un 3. daļas uzdevumi atšķiras ar iekļautās informācijas daudzumu un dažādību.

**Saturs:** elektriskās ķēdes.

**Nepieciešamās zināšanas, prasmes:** zīmē elektrisko shēmu, ir izpratne par slēgumiem un dažādu elektrisko elementu darbības pazīmēm.

**Kastes veids:** doti strukturēti mērījumi, vairāki veidi.

**Uzdevuma līmenis:** SOLO 3.

### 1. uzdevums (4 punkti).

Melnajā kastē paslēpta elektriskā ķēde. Melnajai kastei ir četri izvadi X, Y, Z un T, kas visi pievienoti ķēdei.



Kastē ievietotā elektriskā ķēde sastāv no viena rezistora, vienas diodes un viena vada (skat. tabulu!).

Apzīmējums	Nosaukums	Paskaidrojums
	Rezistors	
	Diode	Pieņem, ka caurlaides virzienā diodei pretestība ir nulle, bet sprostvirzienā – bezgalīgi liela!
	Vada posms	Vads ir bez izolācijas un tā garumu var mainīt. Pieņem, ka kastē pievienotā vada pretestība ir nulle!

Skolēns veica mērījumus ar ommetru un noteica,

- 1) ka pretestība starp izvadiem Y un Z ir vienāda ar nulli;
- 2) ka pretestība starp izvadiem T un Z nav vienāda ar nulli;
- 3) ka pretestība starp izvadiem T un Y nav vienāda ar nulli.

Pēc tam skolēns elektriskās strāvas virziena noteikšanai melnās kastes ārpusē dažādiem izvadiem pievienoja bateriju virknē ar ampēmetru.

Veicot mērījumus, skolēns noteica, ka

- 4) strāva neplūst starp izvadiem virzienā no Y uz X, bet pretējā virzienā plūst;
- 5) strāva neplūst starp izvadiem virzienā no Z uz X, bet pretējā virzienā plūst;
- 6) strāva neplūst starp izvadiem virzienā no T uz X, bet pretējā virzienā plūst.

Iezīmē melnajā kastē iespējamā slēguma shēmu!

Avots: CE Fizika, 2021.



Valsts izglītības  
satura centrs

## Uzdevuma piemērs 5. Uzdevumi olimpiādē

- Melnās kastes uzdevumi tiek iekļauti arī olimpiādēs – bieži kā praktiskie uzdevumi, kur skolēniem jādemonstrē savas eksperimentālās prasmes.

### 11 - EKS Elektriskā baltā kaste

#### Uzdevumi

1. Izmantojot dotos darba piederumus, identificē nezināmos elektriskos elementus, kuri atrodas kastē.
2. Uzzīmē slēguma shēmu, iezīmējot pie kuras kontaktligzdas ir pieslēgts attiecīgais elements.
3. Apraksti metodi kā identificēji katru no trim elementiem.
4. Fiksē mērījumus, kas pamato Tavu izvēli.

Kaste ir aizzīmogota, tajā izvietoti trīs elementi un izveidotas piecas kontaktligzdas. Kasti vaļā nevērt.

#### Darba piederumi:

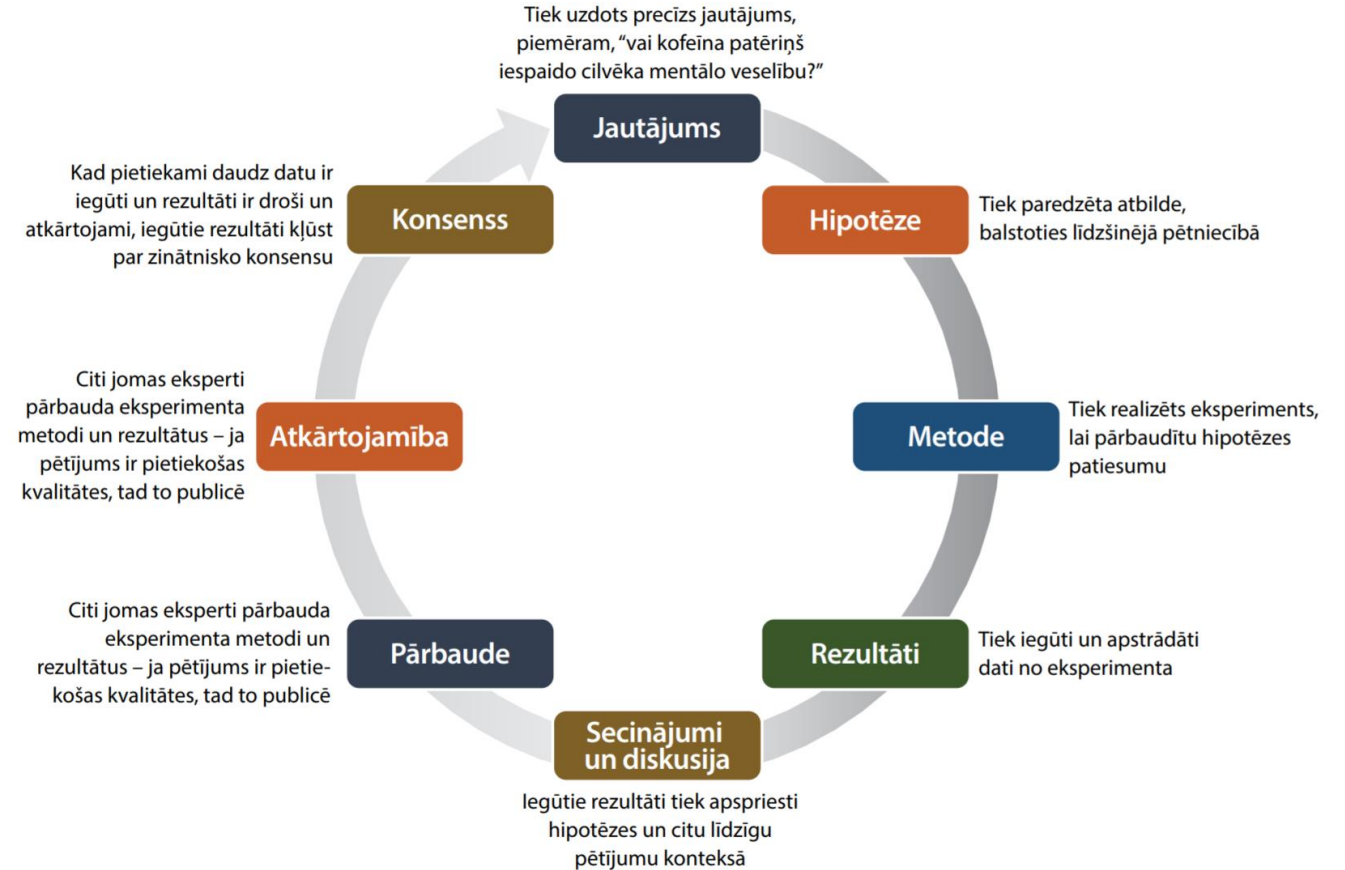
- elektriskā baltā kaste;
- multimetrs;
- 1.5 V elements un elementa turētājs;
- 3 vadi

Avots: fizikas valsts 69. olimpiāde 3. kārtā, 11. klase.



## Nepieciešamās prasmes, pildot melnās kastes uzdevumus

- Zinātniskā metode
- Kritiskā domāšana
  - ✓ Analīze
  - ✓ Novērtēšana
  - ✓ Sintēze
  - ✓ Interpretēšana
- Jautājumu uzdošana



Avots: <https://medium.com/open-science-network/decentralized-research-422e26416f66>



Valsts izglītības  
satura centrs

## Principi, veicot melnās kastes uzdevumus

Principi, ko ir vērts ievērot, pildot melnās kastes uzdevumus:

- strukturēt pieejamo informāciju – kas ir zināma no jau esošajiem novērojumiem vai uzdevuma nosacījumiem;
- aktualizēt pamatzināšanas par attiecīgo tematu un elementiem, kas ir jānoskaidro;
- veikt mērķtiecīgus mērījumus, kas izslēdz vai pārbauda noteiktus pieņēmumus;
- izdarīt secinājumus atbilstoši datiem nevis iedomātām situācijām. Tas var nozīmēt vairākus iespējamus rezultātus;
- prognozēt rezultātu un tādā veidā pārbaudīt izvēlētos risinājumus.





Valsts izglītības  
satura centrs

## Melnā kaste zinātniskās metodes apgūvē

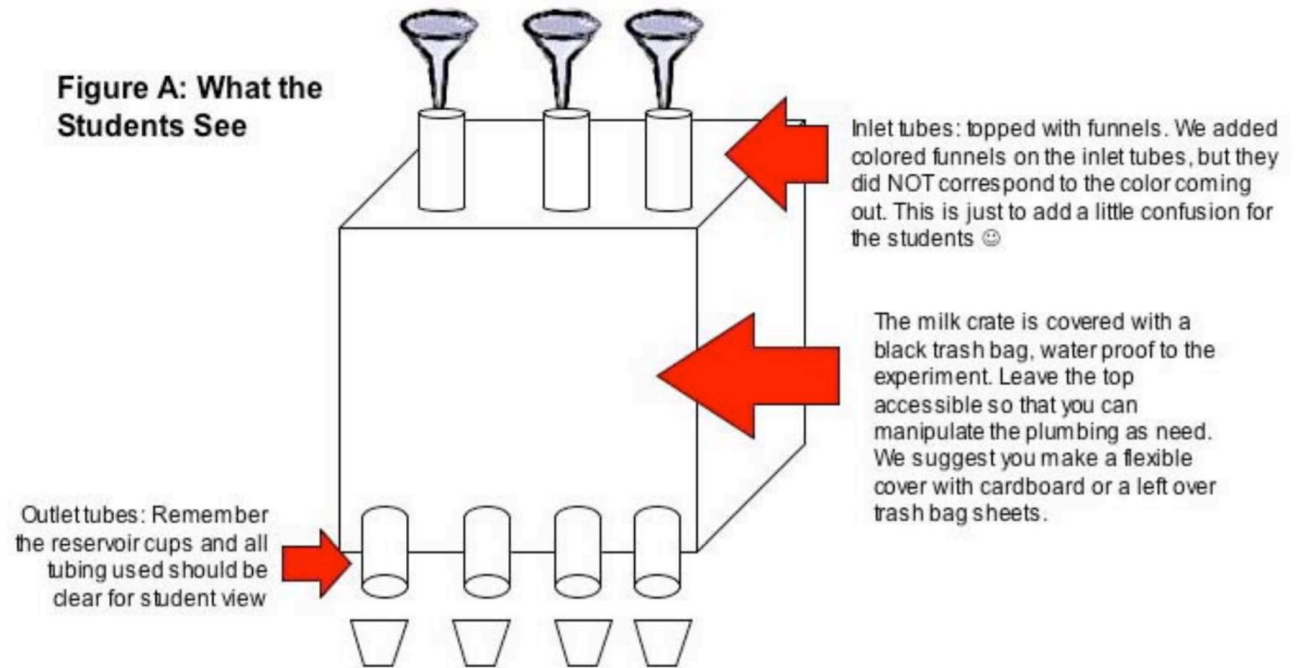
- Uzdevums: noteikt melnās kastes sastāvu
- Darba piederumi: fiziskas melnā kaste ar tajā ievietotiem priekšmetiem
- Process:
  - ✓ veikt sākotnējos novērojumus;
  - ✓ izvirzīt hipotēzi;
  - ✓ veikt mērījumus;
  - ✓ izdarīt secinājumus;
  - ✓ ja nepieciešams, atkārtoti izvirzīt hipotēzi un mērījumus.



Valsts izglītības  
satura centrs

## Uzdevuma piemērs 6. Melnā kaste zinātniskās metodes mācīšanā

- Uzdevums: noteikt melnās kastes sastāvu.
- Darba piederumi: melnā kaste ar vienu vai vairākām ieejām un izejām.
- Process:
  - ✓ veikt sākotnējos novērojumus;
  - ✓ izvirzīt hipotēzes;
  - ✓ diskutēt;
  - ✓ izdarīt secinājumus.



Avots: [https://www.scienceteacherprogram.org/pdf/Chien\\_lesson\\_magic.pdf](https://www.scienceteacherprogram.org/pdf/Chien_lesson_magic.pdf)



## Uzdevuma piemērs 7. Melnā kaste zinātniskās metodes mācīšanai – virvju kaste

- Uzdevums: noteikt melnās kastes struktūru.
- Darba piederumi: melnā kaste un citi piederumi.
- Process:
  - ✓ veikt sākotnējos novērojumus;
  - ✓ izvirzīt hipotēzes;
  - ✓ veikt mērījumus;
  - ✓ izdarīt secinājumus;
  - ✓ ja nepieciešams, atkārtot.

Virvju kaste

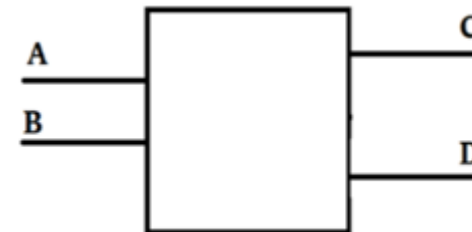


Avots: <https://learning.sciencemuseumgroup.org.uk/resources/mystery-tubes/>



## Uzdevuma piemērs 8. Piemērs adaptēts no Krievijas fizikas olimpiādes 9.klasei

Dota melnā kaste, kurai ir četri izvadi. Kastē atrodas četras ideālas LED diodes, kuru spīdēšanu var redzēt, taču slēgumu nē. Skolēns pie izvadiem pievienoja baterijas «+» un «-» polus un ieguva dažādu skaitu (*кр. количество*) spīdošu diožu. Uzzīmē slēguma shēmu!



“+”	“—”	КОЛ-ВО
A	B	0
A	C	1
A	D	0
B	A	2
C	A	0
D	A	1

“+”	“—”	КОЛ-ВО
B	C	4
B	D	1
C	B	0
D	B	0
C	D	0
D	C	3

“+”	“—”	КОЛ-ВО
BD	C	3
B	AC	3
A	CD	1
AB	C	3
B	AD	1
D	BC	3

Avots: (<https://olymp.hse.ru/data/2020/02/07/1574288478/Физика%209.pdf>)

**Saturs:** elektriskās ķēdes.

**Nepieciešamās zināšanas, prasmes:** zīmē elektrisko shēmu, ir izpratne par slēgumiem un dažādu elektrisko elementu darbības pazīmēm.

**Kastes veids:** doti strukturēti mērījumi, vairāki veidi.

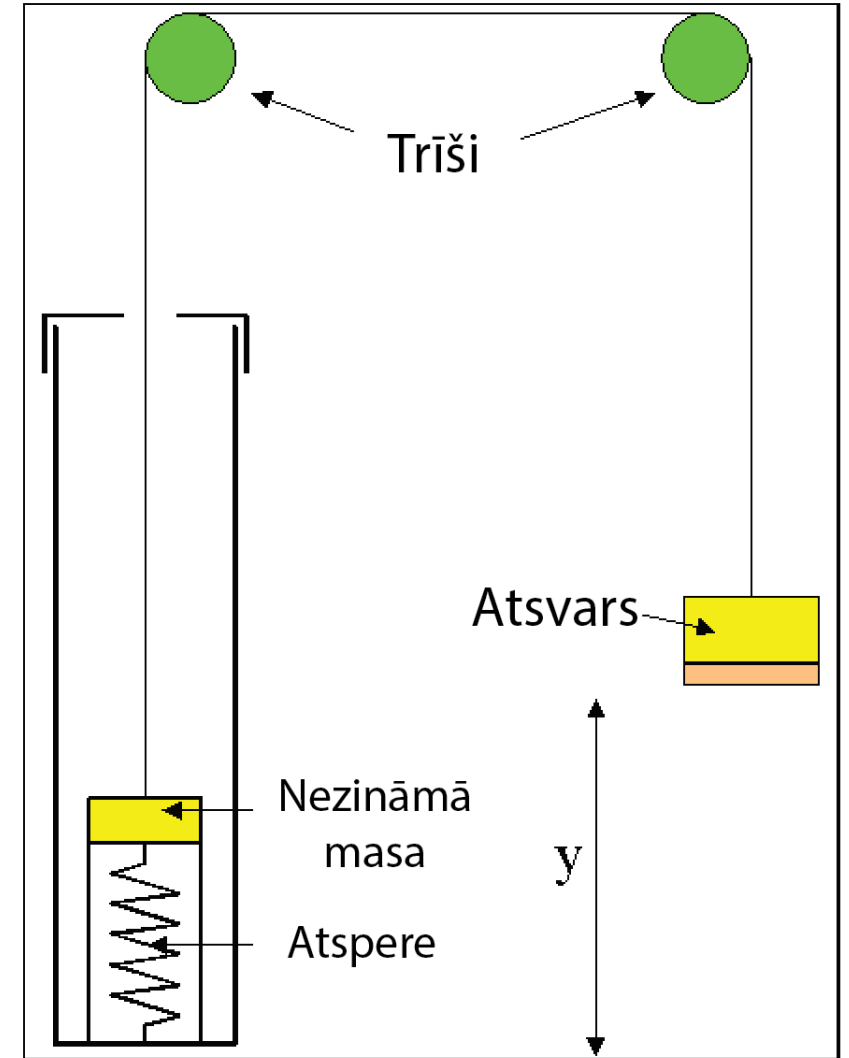
**Uzdevuma līmenis:** SOLO 3.



Valsts izglītības  
satura centrs

## Uzdevuma piemērs 9.

- **Uzdevums:** noteikt atsvara masu un atsperes stinguma koeficientu.
- **Saturs:** spēki un līdzsvars.
- **Nepieciešamās zināšanas, prasmes:** prot veikt mērījumus, datu apstrādi, noteikt taisnes vienādojuma koeficientus.
- **Kastes veids:** patstāvīgi veicami mērījumi.
- **Uzdevuma līmenis:** SOLO 3.



Avots: <https://www.personal.psu.edu/faculty/r/e/ref7/apparatus/2002%20competition/JC%20Amato-IL.htm>



Valsts izglītības  
satura centrs

## leguvumi no melnās kastes uzdevumiem

- Skolēnam pašam ir jāapstrādā dotā informācija, lai no tās izdarītu secinājumus;
- Ir jāspēj iedomāties, kā varētu darboties elementi melnajā kastē, un sasaistīt tos ar doto informāciju – tā ir augstākā līmeņa kognitīvā darbība;
- Ir pieejami vairāki iespējamie risinājumi (zīmējumi), līdz ar to tas paaugstina uzdevuma kompleksumu;
- Ja skolēnam ir jāveic mērījumi vai eksperiments, tad tas mudina attīstīt mērķtiecīgu pētniecisko darbību – kādu informāciju dos katrs mērījums un ko no tā varēs secināt.



## Kā veidot melnās kastes uzdevumus?

- Meklēt informāciju internetā;
- Datu vizuāls attēlojums – grafiki, no kuriem noteikt sistēmas elementus;
- Veidot mērījumu datu tabulas un dot skolēniem no tām secināt noteiktus elementus;
- Izmantot virtuālās simulācijas, kur jānosaka kāda elementa raksturlielums;
- Izmantot cita veida vizuālo informāciju (tipiskos attēlus, rezultātus) kā izejas datus, no kuriem jānosaka sistēmas struktūra.



Valsts izglītības  
satura centrs

## Kopsavilkums

- Melnās kastes «pievelk» skolēnus ar savu noslēpumainību;
- Melnās kastes uzdevumus var veidot dažādos izziņas līmeņos par visiem fizikas tematiem;
- Bieži vien melnās kastes uzdevumi ir «atvērti», tiem ir vairāki risinājumi;
- Melnās kastes var tikt veidotas eksperimentālo un pētniecisko prasmju apguves veicināšanai un/vai loģiskās domāšanas attīstībai;
- Melnās kastes var būt reālas un virtuālas;
- Tās ir noderīgas skolēnu sadarbības veicināšanai;
- Melnās kastes var izstrādāt ne tikai skolotāji, bet arī skolēni;
- Pagaidām melnās kastes uzdevumi ir nepietiekami novērtēti mācību procesā;
- Metodiskais materiāls dod tikai ieskatu par «melno kastu saimniecību» un ir attīstāms citās publikācijās.





Valsts izglītības  
satura centrs

Atbildīgais par izdevumu:

Austris Cābelis, VISC vecākais referents,

E-pasts: [austris.cabelis@visc.gov.lv](mailto:austris.cabelis@visc.gov.lv);

Telefons: 29183579