

## REZULTATI TAKMIČENJA U FIZICI U KATEGORIJI

## A - I razred

PLASMAN	IME I PREZIME	ŠKOLA	ZBIRNI BODOVI
1	Bevrnja Alija	Prva bošnjačka gimnazija	99
2	Ademović Adnan	Druga gimnazija	85
3	Salihović Dino	Sarajevo koledž	84
4	Čaušević Vedad	Prva bošnjačka gimnazija	70
5	Beširević Admir	Druga gimnazija	68
6	Bukva Selma	Prva bošnjačka gimnazija	59
7	Mešanović Amer	Druga gimnazija	58
8	Vila Alija	Prva bošnjačka gimnazija	46
9	Đipa Maid	Četvrta gimnazija	35
10	Kadić Amra	Prva bošnjačka gimnazija	33
11	Prazina Irfan	Druga gimnazija	32
11	Kadić Amra	Treća gimnazija	32
12	Bašić Tarik	Treća gimnazija	31
13	Mahović Ensar	Treća gimnazija	30
14	Omerović Amila	Prva gimnazija	27
15	Mešetović Selma	Sarajevo koledž	25
16	Muhić Tarik	MŠŠ peta gimnazija i birotehnička	24
16	Karadža Bega	Sarajevo koledž	24
17	Karaica Zerina	Prva gimnazija	22
18	Gadžo Nihada	Treća gimnazija	21
18	Dong yu nan	Sarajevo koledž - internac. odsjek	21
19	Brajlović Hasan	Treća gimnazija	20
20	Bosović Belma	Prva bošnjačka gimnazija	19
20	Bihorac Meris	Druga gimnazija	19
21	Klapija Emil	Sarajevo koledž - internac. odsjek	18
21	Hrusto Samra	Gazi Husrev-begova medresa	18
22	Šimunović Jelena	KŠC	17
22	Muftić Mubina	Gazi Husrev-begova medresa	17
23	Fajić Anes	Prva gimnazija	16
23	Hatibović Indira	Četvrta gimnazija	16
23	Kahrović Eldan	Četvrta gimnazija	16
23	Šabanović Lejla	MŠŠ peta gimnazija i birotehnička	16
23	Ribić Emir	Sarajevo koledž	16
23	Jašić Mirzet	Perzijsko bosanski koledž	16
24	Bejić Samir	MŠŠ peta gimnazija i birotehnička	15
24	Kurtanović Enita	MŠŠ Hadžići	15
25	Alavać Edna	Sr. škola za med.sestre-tehničare	14
26	Žužić Šerif	Gazi Husrev-begova medresa	13
27	Kopić Edin	MŠŠ Ilijaš	12
27	Hodžić Admir	MŠŠ Ilijaš	12
28	Šarić Jasmina	MS elektrotehnička škola	11
29	Bilić Ivana	KŠC	10

29	Dević Sanela	Učiteljska škola i gimnazija Obala	10
29	Brkić Inasa	Učiteljska škola i gimnazija Obala	10
30	Vražalica Jasmin	MŠŠ za elektroenergetiku	8
31	Aljić Nermin	Gimnazija Dobrinja	7
31	Čengić Eldin	Gimnazija Dobrinja	7
32	Mušić Emsa	Perzijsko bosanski koledž	6
33	Katavić Adriana	KŠC	3
34	Kaknjašević Nedim	MS elektrotehnička škola	2
34	Trakić Armin	MS elektrotehnička škola	2
34	Nikšić Admira	MŠŠ za elektroenergetiku	2
35	Kurtanović Enisa	MŠŠ Hadžići	1
35	Bašić Adnan	MŠŠ za elektroenergetiku	1
35	Džakmić Velid	Perzijsko bosanski koledž	1
35	Muzaferović Nadira	MS građevinsko-geodetska škola	1
35	Alić Amir	MS građevinsko-geodetska škola	1
36	Agović Amila	Prva gimnazija	0
36	Hrapović Eldin	Gimnazija Dobrinja	0
36	Leka Adelina	MŠŠ Hadžići	0
36	Gušić Dalila	MS elektrotehnička škola	0
36	Biber Almir	Učiteljska škola i gimnazija Obala	0
36	Vežalajbegović Amila	MS građevinsko-geodetska škola	0
36	Salihović Naida	Srednja škola metalskih zanimanja	0
36	Gojak Muamer	Srednja grafička tehnička šk. Ilidža	0
36	Kustura Armen	Srednja grafička tehnička šk. Ilidža	0

## REZULTATI TAKMIČENJA U FIZICI U KATEGORIJI

## B

PLASMAN	IME I PREZIME	ŠKOLA	ZBIRNI BODOVI
1	Habibović Dino	Treća gimnazija	45
2	Alagić Jasmin	Prva gimnazija	43
3	Fatkić Hana	Druga gimnazija	41
3	Zaimović Haris	Druga gimnazija	41
4	Suljević Ajla	Treća gimnazija	34
5	Arnautović Maida	Druga gimnazija	33
6	Bešlija Dejan	MŠŠ za elektroenergetiku	32
7	Hadžialagić Amila	Druga gimnazija	31
8	Hrustanović Adi	Druga gimnazija	29
9	Čustović Ajla	Treća gimnazija	26
9	Bilobrk Marija	KŠC	26
10	Damadžić Adna	Prva bošnjačka gimnazija	24
11	Davidović Boris	KŠC	20
12	Hadžalić Emina	Prva gimnazija	18
13	Šahović Benjamin	Prva bošnjačka gimnazija	17
14	Maglajlija Adem	Učiteljska škola i gimnazija Obala	15
15	Avdispahić Leila	Prva gimnazija	14
15	Čičko Alen	Četvrta gimnazija	14
16	Nikšić Lejla	Druga gimnazija	11
16	Pačariz Ilma	Treća gimnazija	11
17	Kulović Edin	Četvrta gimnazija	9
17	Mehić Azra	Učiteljska škola i gimnazija Obala	9
18	Jahić Mirela	Učiteljska škola i gimnazija Obala	8
19	Vatreš Azra	Prva bošnjačka gimnazija	7
19	Novaković Marin	KŠC	7
19	Kadrić Elvir	MŠŠ Ilijaš	7
20	Svraka Mahir	Druga gimnazija	5
20	Šušnjar Dajana	Gimnazija Dobrinja	5
20	Karamović Azra	Gimnazija Dobrinja	5
20	Drina Faruk	MŠŠ Hadžići	5
20	Vinčević Amila	Gazi Husrev - begova medresa	5
21	Hodžić Mirela	Gimnazija Dobrinja	4
22	Muratović Berina	MŠŠ peta gimnazija i birotehnička	3
22	Pap Amar	MŠŠ peta gimnazija i birotehnička	3
22	Jozinović Marija	KŠC	3
22	Džananović Amer	MŠŠ Ilijaš	3
22	Mušinović Nadira	MS elektrotehnička škola	3
22	Mekić Ensar	Gazi Husrev - begova medresa	3
23	Ahmetspahić Hanka	MŠŠ peta gimnazija i birotehnička	2
23	Šljivo Adem	MŠŠ peta gimnazija i birotehnička	2
23	Dodik Bojan	KŠC	2
23	Đozo Nihad	MŠŠ Hadžići	2

23	Garazlić Elid	MS elektrotehnička škola	2
24	Čamdžija Amina	MŠŠ Hadžići	1
25	Čakar Semir	Četvrta gimnazija	0
25	Valjevčić Elvin	MS elektrotehnička škola	0
25	Čukle Semir	MS elektrotehnička škola	0
25	Hamzić Faketa	Perzijsko bosanski koledž	0
25	Krivokapa Tarik	Perzijsko bosanski koledž	0
25	Karasalihović Edib	Perzijsko bosanski koledž	0
25	Mlačo Merjem	Gazi Husrev - begova medresa	0

Sarajevo, 24. 03. 2007.godine

## REZULTATI TAKMIČENJA U FIZICI U KATEGORIJI

## A - III razred

PLASMAN	IME I PREZIME	ŠKOLA	ZBIRNI BODOVI
1	Greljo Admir	Sarajevo koledž	90
2	Banjac Goran	KŠC	72
3	Dedović Ermin	Druga gimnazija	65
4	Avdić Dženis	Druga gimnazija	58
5	Šibenik Goran	Druga gimnazija	53
6	Karahodžić Vedran	Druga gimnazija	43
6	Došenović Branko	KŠC	43
7	Kasumagić Lamija	Četvrta gimnazija	40
8	Sulejmanović Almir	Sarajevo koledž	38
9	Aganović Amar	Druga gimnazija	36
10	Hero Ena	Treća gimnazija	28
11	Rastoder Minela	MSŠ Ilijaš	23
12	Krupalija Fatima	Prva bošnjačka gimnazija	22
12	Muhović Dženana	Treća gimnazija	22
13	Čavrk Nina	MSŠ Ilijaš	14
14	Gotovac Dejan	Treća gimnazija	12
15	Burlović Sanja	Prva gimnazija	9
16	Sessa Jadran	Gimnazija Dobrinja	7
17	Dizdarević Irma	Prva bošnjačka gimnazija	6
17	Đapo Aida	Gimnazija Dobrinja	6
18	Trivun Darko	Treća gimnazija	5
19	Bisić Azra	Prva gimnazija	3
19	Bjelak Emir	Učiteljska škola i gimnazija Obala	3
19	Smajlagić Dinka	Treća gimnazija	2
19	Ramić Mersad	MSŠ peta gimnazija i birotehnička	2
19	Šapina Marina	Gimnazija Dobrinja	2
19	Šahman Tarik	Perzijsko bosanski koledž	2
19	Balta Faruk	Perzijsko bosanski koledž	2
19	Babić Elma	Perzijsko bosanski koledž	2
20	Vasić Vladana	Prva gimnazija	1
20	Babić Senija	Četvrta gimnazija	1
20	Mulaosmanović Senad	Četvrta gimnazija	1
20	Kukuljac Adnan	MSŠ peta gimnazija i birotehnička	1
20	Šadija Kenan	Gimnazija Dobrinja	1
20	Dupovac Emina	MSŠ Hadžići	1
21	Milidrag Suzana	MSŠ peta gimnazija i birotehnička	0
21	Uložnik Stanislav	KŠC	0
21	Glišić Vlasta	KŠC	0
21	Tepić Emira	MSŠ Hadžići	0
21	Ejubović Umihana	MSŠ Hadžići	0
21	Matoruga Mirza	Učiteljska škola i gimnazija Obala	0

Sarajevo, 24. 03. 2007.godine

## REZULTATI TAKMIČENJA U FIZICI U KATEGORIJI

### C

PLASMAN	IME I PREZIME	ŠKOLA	ZBIRNI BODOVI
1	Lipovac Adriana	KŠC	100
2	Grbeša Igor	KŠC	61
3	Salibašić Džana	Prva bošnjačka gimnazija	58
4	Brkić Mehmed	Druga gimnazija	52
5	Memić Admir	Druga gimnazija	45
6	Švraka Adnan	Gimnazija Dobrinja	41
7	Džaferović Amra	Prva bošnjačka gimnazija	37
8	Bukva Emina	Druga gimnazija	35
9	Guso Mia	Treća gimnazija	34
10	Bandić Anel	Druga gimnazija	27
11	Mrzić Aida	Prva gimnazija	25
12	Dizdarević Jasenka	Prva bošnjačka gimnazija	22
12	Ajanović Zlatan	Sarajevo koledž	22
13	Bajraktarević Aldina	MSŠ Ilijaš	16
14	Mešanović Alen	Druga gimnazija	15
15	Ćutuk Arnela	Treća gimnazija	14
16	Halilović Fahrudin	Druga gimnazija	12
16	Huseinović Merisa	Četvrta gimnazija	12
17	Begović Lejla	Treća gimnazija	11
17	Turković Esmer	Četvrta gimnazija	11
17	Dreca Nađa	Četvrta gimnazija	11
18	Vilić Minela	Gimnazija Dobrinja	8
18	Bećirević Selma	MSŠ Hadžići	8
19	Zoranić Irma	MSŠ peta gimnazija i birotehnička	7
19	Hadžimejlić Nejra	Gimnazija Dobrinja	7
19	Alić Anida	MSŠ Ilijaš	7
20	Alić Aida	MSŠ Ilijaš	6
21	Bajić Irma	MSŠ peta gimnazija i birotehnička	5
22	Cuca Vedrana	MSŠ Hadžići	4
23	Dobrača Sanita	Prva gimnazija	3
24	Dobrača Enita	Prva gimnazija	2
24	Eror Daniel	KŠC	2
25	Santrač Maja	Treća gimnazija	1
25	Jugović Muhamed	MSŠ peta gimnazija i birotehnička	1
25	Polutak Adel	MSŠ Hadžići	1

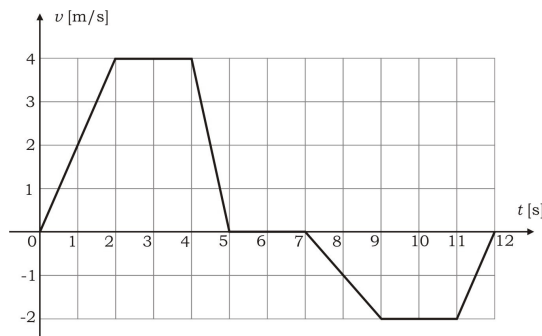
Sarajevo, 24. 03. 2007.godine

**REZULTATI KANTONALNOG TAKMIČENJA U FIZICI  
PO ŠKOLAMA**

<b>PLASMAN</b>	<b>ŠKOLA</b>	<b>ZBIRNI BODOVI</b>
1	Druga gimnazija	634
2	Prva bošnjačka gimnazija	421
3	Katolički školski centar	354
4	Treća gimnazija	319
5	Sarajevo koledž	283
6	Prva gimnazija	183
7	Četvrta gimnazija	166
8	MSŠ Ilijaš	100
9	Gimnazija Dobrinja	99
10	Peta gimnazija i birotehnička	79
11	Gazi Husrev-begova medresa	56
12	Učiteljska škola i gimnazija Obala	55
13	MSŠ za elektroenergetiku	43
14	MSŠ Hadžići	38
15	Perzijsko bosanski koledž	29
16	MS elektrotehnička škola	20
17	Srednja škola za medicinske sestre - tehničare	14
18	Katolički školski centar-srednja medicinska škola	12
19	MS građevinsko - geodetska škola	2
20	Srednja škola metalnih zanimanja	0
20	Srednja grafička tehnička škola Ilidža	0

**A : MEHANIKA – I razred**

1. Na grafiku je prikazana zavisnost intenziteta brzine tijela od vremena kretanja. Koliki je ukupni pređeni put za vrijeme ovog kretanja, a kolika je udaljenost tijela na kraju kretanja od početnog položaja?

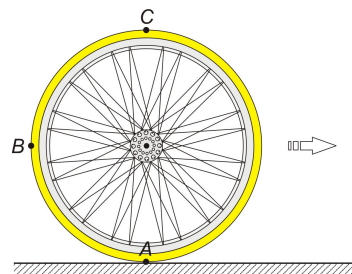


**(20 bodova)**

2. a) Koliko puta je jačina gravitacionog polja u tački **D**, koja se nalazi na visini  $H = 3R$  iznad Zemlje, manja od jačine gravitacionog polja na površini Zemlje ( $R$  je polurečnik Zemlje, ako uzmemo da je ona oblika lopte).  
 b) Koliko puta je veći period obrtanja oko Zemlje satelita na toj visini od satelita lansiranog na površini Zemlje prvom kosmičkom brzinom? Koliki su ti periodi?  
 Za poznate veličine uzeti poluprečnik Zemlje ( $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{m}$ ) i gravitaciono ubrzanje na površini Zemlje ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

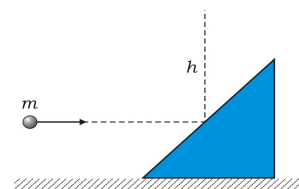
**(20 bodova)**

3. Okrećući pedale ugaonom brzinom  $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$  fizičar se vozi na biciklu čiji prednji zupčanik ima poluprečnik  $r_1 = 10 \text{ cm}$ , a stražnji  $r_2 = 4 \text{ cm}$ . Ako je poluprečnik stražnjeg točka  $R = 30 \text{ cm}$ , koliki su intenziteti brzina tačaka **A**, **B** i **C** u sistemu vezanom za nepokretnu podlogu? Brzina bicikla usmjerena je na desno.



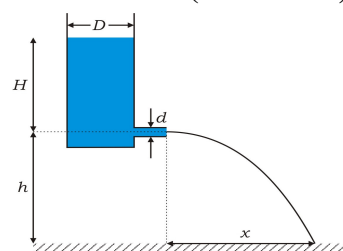
**(20 bodova)**

4. Kuglica mase  $m = 100 \text{ g}$  kreće se horizontalno. Ona udari o prizmu mase  $M = 500 \text{ g}$  koja može klizati bez trenja po horizontalnoj podlozi. Pri tome se kuglica odbije vertikalno uvis do visine  $h = 1,5 \text{ m}$ . Kolika je brzina prizme poslije sudara?



**(20 bodova)**

5. Cilindrična posuda prečnika  $D = 10 \text{ cm}$  napunjena je vodom do visine  $H = 50 \text{ cm}$  (vidi sliku). Voda ističe kroz horizontalnu cijev prečnika  $d = 4 \text{ cm}$ , koja je postavljena na visini  $h = 75 \text{ cm}$  iznad poda. Izračunaj domet vodenog mlaza  $x$ .



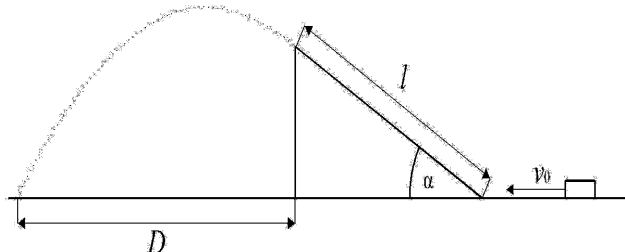
**(20 bodova)**

*Napomena : Vrijeme predviđeno za izradu zadataka je 3 sata ( 4 časa ).  
 Nije dozvoljena upotreba pomoćne literature.  
 Dozvoljeno je korištenje digitrona.*

**KANTONALNO TAKMIČENJE U FIZICI UČENIKA SREDNJIH ŠKOLA**  
**Sarajevo, 24. 03. 2007.g.**

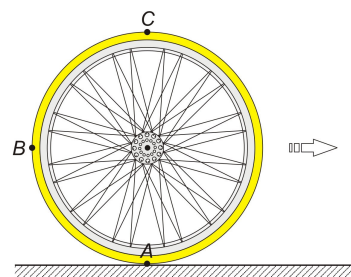
**A : MEHANIKA – III razred**

1. Tijelo se kreće bez trenja po horizontalnoj ravni brzinom  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ . Ono zatim nailazi na strmu ravan nagibnog ugla  $\alpha = 30^\circ$  i dužine  $l = 6 \text{ m}$ . Pretpostavljamo da tijelo glatko prelazi na strmu ravan, tj. da kretanje uz strmu ravan započinje brzinom  $v_0$ . Koeficijent trenja između tijela i strme ravni je  $\mu = \frac{2\sqrt{3}}{15}$ . Na kom rastojanju  $D$  od strme ravni će tijelo pasti na tlo? U ovom zadatku možete uzeti  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



**(20 bodova)**

2. a) Predstaviti grafički zavisnost potencijala Zemljinog gravitacionog polja od rastojanja od centra Zemlje kada su ta rastojanja veća od poluprečnika Zemlje ( $r > R$ ).  
b) Pokazati da u odnosu na Zemljinu površinu potencijal iznosi  $V' = g \cdot h / (1 + h/R)$ .  
c) Kolika je greška napravljena upotrebom približne formule za potencijalnu energiju ( $W_p = m \cdot g \cdot h$ ) tijela mase **1 kg** na visini **200 km**, a kolika na visini **200 m**?

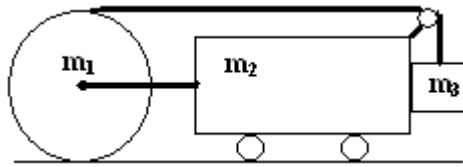


**(20 bodova)**

3. Okrećući pedale ugaonom brzinom  $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$  fizičar se vozi na biciklu čiji prednji zupčanik ima poluprečnik  $r_1 = 10 \text{ cm}$ , a stražnji  $r_2 = 4 \text{ cm}$ . Ako je poluprečnik stražnjeg točka  $R = 30 \text{ cm}$ , koliki su intenziteti brzina tačaka A, B i C u sistemu vezanom za nepokretnu podlogu? Brzina bicikla usmjerena je na desno.

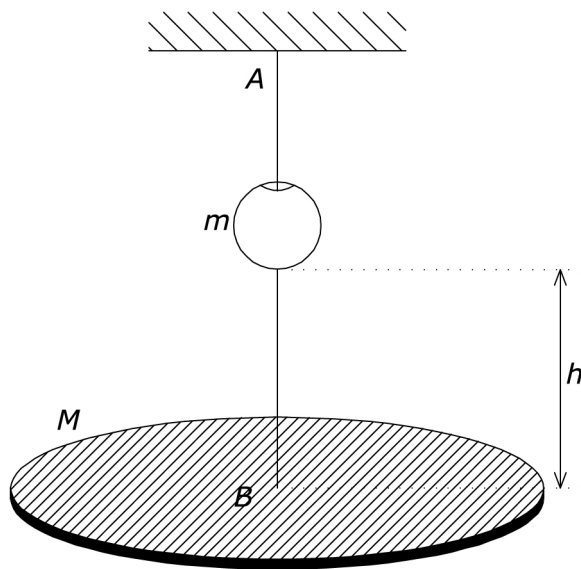
**(20 bodova)**

4. Kolica mase **1 kg** i valjak mase **0,5 kg** i radijusa baze  $4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$  povezani su tako da se valjak može kotrljati po podlozi. Pri ovom kretanju ne dolazi do klizanja valjka. Oko valjka je namotana nit koja je prebačena preko kotura, a na kraju niti je obješen uteg mase **0,2 kg**, koji bez trenja klizi po bočnoj strani kolica (vidjeti sliku). Točkici kolica su lahki. Sa kolikim ubrzanjem se sistem kreće?



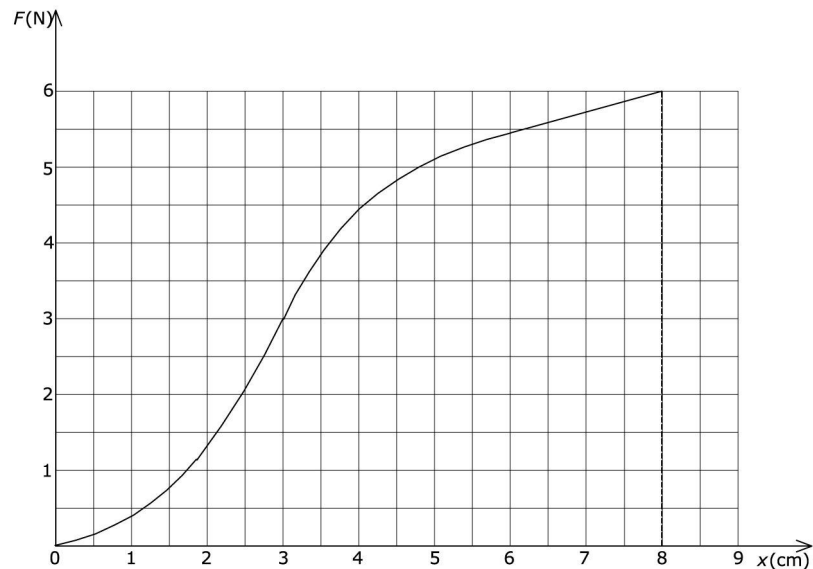
(20 bodova)

5.



Horizontalna platforma mase  $M = 300\text{g}$  je obješena na gumenu nit AB (Slika 6). Nit prolazi kroz rupu na tegu mase  $m = 100\text{g}$ . Sistem je u ravnoteži. Odrediti sa koje najmanje visine  $h$ , u odnosu na platformu, treba pustiti teg, bez početne brzine, da bi nit pukla. Istezanje niti veće od  $x = 8\text{cm}$  dovodi do njenog pucanja. Zavisnost sile zatezanja niti od izduženja u odnosu na nedeformisanu nit prikazana je na Slici 7. Sudar tega i platforme smatrati apsolutno neelastičnim.

Uzeti da je  $g = 10\text{ m/s}^2$ .



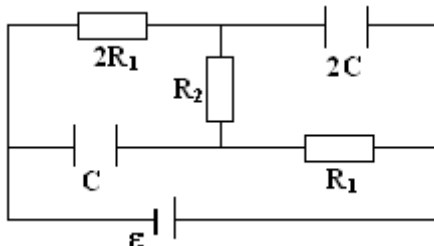
(20 bodova)

*Napomena :* Vrijeme predviđeno za izradu zadataka je 3 sata ( 4 časa ).  
Nije dozvoljena upotreba pomoćne literature.  
Dozvoljeno je korištenje digitrona.

## B : OSCILACIJE, TALASI I ELEKTROMAGNETIZAM

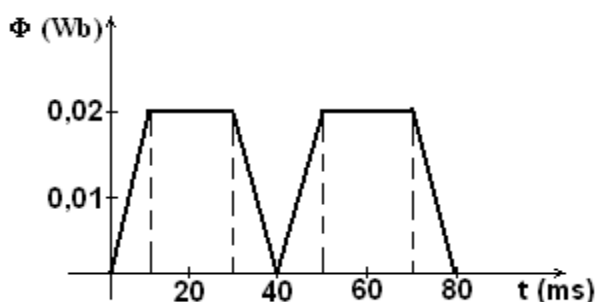
1. Dvije koncentrične metalne kugle, radijusa  $r_1 = 6\text{cm}$  i  $r_2 = 10\text{cm}$ , naelektrizirane su količinama naboja  $q_1 = 1\text{nC}$  i  $q_2 = -0,5\text{nC}$ . Odrediti jačinu polja u tačkama koje su udaljene od centra  $5\text{cm}$ ,  $9\text{cm}$  i  $15\text{cm}$ . Predstaviti grafički funkciju  $E(r)$ .  
( $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ ) (20 bodova)

2. Na crtežu je prikazan električni krug jednosmjerne struje. Odrediti elektromotornu silu izvora ako je poznato da se na oblogama kondenzatora, kapaciteta  $2C$  i  $C$  nalaze količine naboja  $3q$  i  $2q$ . Unutrašnji otpor izvora zanemariti.



(20 bodova)

3. Na dijagramu je prikazana promjena magnetskog fluksa kroz neki provodni krug. Nacrtati odgovarajući dijagram promjene inducirane elektromotorne sile u krugu.



(20 bodova)

4. Rezonancija u oscilatornom kolu s kondenzatorom kapaciteta  $10^{-6}\text{F}$  nastaje pri frekvenciji oscilacija  $400\text{Hz}$ . Kada se prvom kondenzatoru paralelno priključi drugi kondenzator, rezonancija nastaje pri frekvenciji  $100\text{Hz}$ . Odrediti kapacitet drugog kondenzatora. Otpor kontura zanemariti.

(20 bodova)

5. Dva talasa jednakih talasnih dužina  $\lambda = 30\text{cm}$  i jednakih amplituda  $y_0 = 3\text{cm}$  šire se u istom smjeru sa faznim pomakom  $120^\circ$ .  
a) Prikazati grafički talas koji nastaje interferencijom ovih talasa.  
b) Odrediti talasnu funkciju rezultujućeg talasa.

(20 bodova)

*Napomena :* Vrijeme predviđeno za izradu zadataka je 3 sata ( 4 časa ).  
Nije dozvoljena upotreba pomoćne literature.  
Dozvoljeno je korištenje digitrona.

## **C : OPTIKA I ATOMSKA FIZIKA**

- 1.** Svjetlost, nastala pražnjenjem u cijevi u kojoj se nalazi vodik, pada na optičku mrežicu koja ima **1000** zarezna na **1,2 mm**.

a) U kojem intervalu uglova se mogu vidjeti sve linije Balmerove serije u difrakcionom spektru prvog reda?

Ploča, presvučena kalijem, se postavi paralelno sa rešetkom tako da linije Balmerove serije padaju na površinu ploče. Ploča je elektrostatički izolirana i nalazi se u vakuumu.

b) Objasniti zbog čega se ploča naelektriše do određenog potencijala u odnosu na Zemlju. Izračunati taj potencijal.

(Izlazni rad kalija je 2,25 eV.)

**(20 bodova)**

- 2.** U rendgenskoj cijevi protiče struja (elektrona) jačine **25 mA**. Elektroni sa brzinom koja iznosi **40%** brzine svjetlosti u vakuumu padaju na anodu od volframa.

a) Izračunati graničnu talasnu dužinu nastalog rendgenskog zračenja.

b) Ispitati da li se u spektru rendgenskog zračenja pojavljuje  $K_{\alpha}$  - linija.

c) Anoda se hladi vodom koja ima protok od **2 litra u minuti** i početnu temperaturu od  $20^{\circ}\text{C}$ . Na koju temperaturu će se zagrijati voda ako se u prosjeku **99%** kinetičke energije elektrona pretvori u toplotu.

**(20 bodova)**

- 3.** Prozirna posuda sadrži atome vodika na visokoj temperaturi koji se jednim dijelom nalaze u prvom pobuđenom stanju. Posuda se postavi ispred izvora polihromatske svjetlosti. Snop svjetlosti se nakon prolaska kroz posudu spektralno analizira. Na talasnoj dužini od  $\lambda = 656\text{ nm}$  u spektru se uočava tamna linija.

a) Objasniti nastanak ove linije. Kojem prelazu u atomu vodika odgovara ova linija? Kojoj spektralnoj seriji pripada?

b) Izračunati talasne dužine ostalih tamnih linija u spektru vidljive svjetlosti. (Uzeti za granične talasne dužine vidljive svjetlosti **400 nm i 750 nm**.)

c) Sada se temperatura vodika u posudi smanji tako da se u idealnom slučaju svi atomi nalaze u osnovnom stanju. Objasniti kako se mijenja spektar. (Pretpostaviti da izvor emituje svjetlost samo u vidljivom području.)

d) Da li se atomi vodika, koji se nalaze u osnovnom stanju, mogu pobuditi u interakciji sa

- fotonom energije **11 eV**,
- elektronom energije **11 eV**.

Energija osnovnog stanja u atomu vodika je  $E_1 = -13,6\text{ eV}$ .

**(20 bodova)**

- 4.** Bolnica prima svake sedmice jednaku količinu istog izotopa, čije je vrijeme poluraspada **8 dana**.

Izotop koji je upravo dopremljen analiziran je pomoću brojača, koji je registrovao **47500** otkućaja u sekundi. Ostatak izotopa od neke prošle jednake pošiljke, istovremeno analiziran, daje međutim **4200** otkućaja u sekundi. Izračunati prije koliko vremena je dopremljena ta pošiljka, tj. starost ranije pošiljke (treba znati da je broj otkućaja brojača direktno proporcionalan broju raspada atomskih jezgri izotopa).

**(20 bodova)**

**5.** Sferna čestica prašine mase  $m = 6,91 \cdot 10^{-18} \text{ kg}$ , radijusa  $r = 8 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ , nalazi se u svemiru na udaljenosti  $d = 1 \text{ au}$  ( $1 \text{ au} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$  – astronomska jedinica) od Sunca. Efektivna udarna površina (tzv. udarni presjek) za Sunčevo zračenje na česticu je  $S = r^2 \pi$ , a efikasnost refleksije je  $\eta = 80 \%$ . Intenzitet Sunčevog zračenja na udaljenosti **1 au** je  $I = 1374 \text{ Wm}^{-2}$ . Odredite koliki put pređe čestica nakon  $t = 1000 \text{ s}$  u odnosu na početni položaj, ako je u početnom trenutku padala ka Suncu brzinom  $v_0 = 2 \text{ ms}^{-1}$ . Pretpostavite da je pomak čestice jako mali u odnosu na njenu udaljenost od Sunca. (masa Sunca  $M_S = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ ).

**(20 bodova)**

Fizičke konstante:

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\gamma = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

$$c_v = 4,19 \cdot 10^3 \text{ J/kgK}$$

$$R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

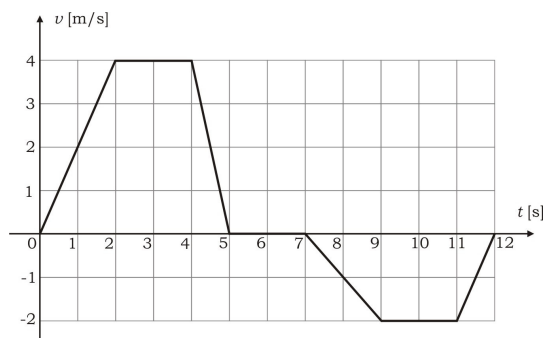
$$\text{wolfram} - W_{74}^{184}$$

*Napomena :* Vrijeme predviđeno za izradu zadataka je 3 sata ( 4 časa ).  
Nije dozvoljena upotreba pomoćne literature.  
Dozvoljeno je korištenje digitrona.

## A : MEHANIKA – I razred

### ZADATAK 1.

Na grafiku je prikazana zavisnost intenziteta brzine tijela od vremena kretanja. Koliki je ukupni pređeni put za vrijeme ovog kretanja, a kolika je udaljenost tijela na kraju kretanja od početnog položaja?



### RJEŠENJE:

Uočimo slijedeće faze kretanja: 1. [0-2] s; 2. [2-4] s; 3. [4-5] s; 4. [7-9] s; 5 [9-11] s i 6. [11-12] s. Pređeni putevi u tim fazama su:

$$s_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{2 \cdot 2^2}{2} \text{ m} = 4 \text{ m}, \quad \mathbf{2 \text{ boda}}$$

$$s_2 = v_2 \cdot t_2 = 4 \cdot 2 \text{ m} = 8 \text{ m}, \quad \mathbf{1 \text{ bod}}$$

$$s_3 = v_{03} t_3 + \frac{a_3 t_3^2}{2} = \left( 4 \cdot 1 + \frac{-4 \cdot 1^2}{2} \right) \text{ m} = 2 \text{ m}, \quad \mathbf{3 \text{ boda}}$$

$$s_4 = \frac{|a_4| t_4^2}{2} = \left( \frac{1 \cdot 2^2}{2} \right) \text{ m} = 2 \text{ m}, \quad \mathbf{3 \text{ boda}}$$

$$s_5 = |v_5| \cdot t_5 = 2 \cdot 2 \text{ m} = 4 \text{ m} \quad \mathbf{i} \quad \mathbf{2 \text{ boda}}$$

$$s_6 = \left| v_{06} \cdot t_6 + \frac{a_6 t_6^2}{2} \right| = \left| -2 \cdot 1 + \frac{2 \cdot 1^2}{2} \right| \text{ m} = 1 \text{ m}. \quad \mathbf{3 \text{ boda}}$$

Ukupni pređeni put je

$$s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 + s_6 = 21 \text{ m}, \quad \mathbf{2 \text{ boda}}$$

a rastojanje od početnog položaja na kraju kretanja je

$$r = s_1 + s_2 + s_3 - s_4 - s_5 - s_6 = 7 \text{ m}. \quad \mathbf{4 \text{ boda}}$$

## A : MEHANIKA – I razred

### ZADATAK 2.

a) Koliko puta je jačina gravitacionog polja u tački **D**, koja se nalazi na visini  $H = 3R$  iznad Zemlje, manja od jačine gravitacionog polja na površini Zemlje ( $R$  je polurečnik Zemlje, ako uzmemo da je ona oblika lopte).

b) Koliko puta je veći period obrtanja oko Zemlje satelita na toj visini od satelita lansiranog na površini Zemlje prvom kosmičkom brzinom? Koliki su ti periodi?

Za poznate veličine uzeti poluprečnik Zemlje ( $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ ) i gravitaciono ubrzanje na površini Zemlje ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

### RJEŠENJE:

a)

$$H = 3R$$

$$r = R + H = 4R$$

$$G = \frac{F}{m} = \frac{\gamma \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}}{m} = \gamma \cdot \frac{M}{r^2}$$

Ako sa  $G_H$  označimo jačinu gravitacionog polja Zemlje na visini  $H$ , a sa  $g$  na Zemljinoj površini, biće:

$$\frac{G_H}{G} = \frac{\gamma \cdot \frac{M}{(4R)^2}}{\gamma \cdot \frac{M}{R^2}} = \frac{1}{16},$$

**8 bodova**

b)

$$T = \frac{2r\pi}{v} = \frac{2r\pi}{\sqrt{rg}} = 2\pi \sqrt{\frac{r}{g}},$$

$$\text{jer je } \frac{mv^2}{r} = mg \Rightarrow v = \sqrt{rg}$$

Ako je  $T_H$  period satelita lansiranog na visini  $H$ , a  $T$  na Zemlji, biće:

$$\frac{T_H}{T} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{4R}{16g}}}{2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}} = 8.$$

**8 bodova**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{6,37 \cdot 10^6 \text{ m}}{9,81 \text{ m/s}^2}} = 5,06 \cdot 10^3 \text{ s} = 1,406 \text{ h}$$

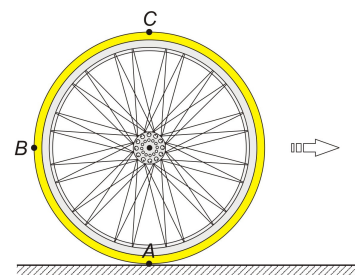
$$T_H = 8 \cdot 1,406 \text{ h} = 11,24 \text{ h}$$

**4 boda**

## A : MEHANIKA – I razred

### ZADATAK 3.

Okrećući pedale ugaonom brzinom  $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$  fizičar se vozi na biciklu čiji prednji zupčanik ima poluprečnik  $r_1 = 10 \text{ cm}$ , a stražnji  $r_2 = 4 \text{ cm}$ . Ako je poluprečnik stražnjeg točka  $R = 30 \text{ cm}$ , koliki su intenziteti brzina tačaka  $A$ ,  $B$  i  $C$  u sistemu vezanom za nepokretnu podlogu? Brzina bicikla usmjerena je na desno.



### RJEŠENJE:

Budući da su prednji i stražnji zupčanik povezani lancem, linijska brzina tačaka na periferiji ta dva zupčanika mora biti ista. Pošto je  $v = \omega r$  imamo

$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2. \quad (1)$$

Dakle, ugaona brzina kojom se okreće stražnji zupčanik (a s njim i točak) je

$$\omega_2 = \frac{r_1}{r_2} \omega_1. \quad (2)$$

Linijska brzina tačaka na periferiji točka jednaka je

$$v = \omega_2 R = \frac{r_1}{r_2} \omega_1 R = 3 \text{ m/s}. \quad \mathbf{8 \text{ bodova}} \quad (3)$$

Cijeli bicikl se translatorno kreće istom tom brzinom  $v$ , tako da su rezultujuće brzine u odnosu na nepokretnu podlogu jednake:

$$v_A = v - v = 0, \quad (4)$$

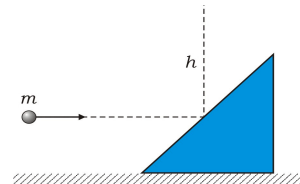
$$v_B = \sqrt{v^2 + v^2} = v\sqrt{2} = 4,24 \text{ m/s} \quad \text{i} \quad (5)$$

$$v_C = v + v = 2v = 6 \text{ m/s}. \quad \mathbf{12 \text{ bodova}} \quad (6)$$

## A : MEHANIKA – I razred

### ZADATAK 4.

Kuglica mase  $m = 100\text{ g}$  kreće se horizontalno. Ona udari o prizmu mase  $M = 500\text{ g}$  koja može klizati bez trenja po horizontalnoj podlozi. Pri tome se kuglica odbije vertikalno uvis do visine  $h = 1,5\text{ m}$ . Kolika je brzina prizme poslije sudara?



### RJEŠENJE:

U ovom procesu očuvana je samo horizontalna komponenta impulsa:

$$mv = Mu, \quad (1)$$

gdje je  $v$  brzina kuglice prije sudara, a  $u$  brzina prizme poslije sudara. Mehanička energija je takođe sačuvana:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + mgh. \quad (2)$$

Brzinu  $v$  možemo izraziti iz (1):

$$v = \frac{M}{m}u. \quad \mathbf{6 \text{ bodova}} \quad (3)$$

Ako sada (3) uvrstimo u (2) dobićemo

$$\frac{m}{2} \frac{M^2}{m^2} u^2 = \frac{Mu^2}{2} + mgh, \quad \mathbf{6 \text{ bodova}}$$

odakle nalazimo

$$u = \sqrt{\frac{2m^2gh}{M(M-m)}}. \quad \mathbf{6 \text{ bodova}} \quad (4)$$

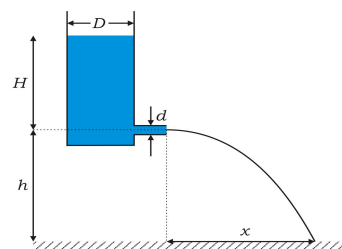
Uvrštavanjem numeričkih vrijednosti imamo

$$u = 1,21 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad \mathbf{2 \text{ boda}} \quad (5)$$

## A : MEHANIKA – I razred

### ZADATAK 5.

Cilindrična posuda prečnika  $D = 10$  cm napunjena je vodom do visine  $H = 50$  cm (vidi sliku). Voda ističe kroz horizontalnu cijev prečnika  $d = 4$  cm, koja je postavljena na visini  $h = 75$  cm iznad poda. Izračunaj domet vodenog mlaza  $x$ .



### RJEŠENJE:

Na osnovu Bernulijeve jednadžbe

$$p_0 + \rho g H + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_0 + \frac{\rho v_2^2}{2} \quad \text{2 boda} \quad (1)$$

i jednadžbe kontinuiteta

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 \quad \text{2 boda} \quad (2)$$

dobijamo

$$v_2 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \quad (3)$$

Ovdje je:  $S_1$  – površina poprečnog presjeka posude,  $S_2$  – površina poprečnog presjeka cijevi,  $v_1$  – brzina spuštanja gornjeg nivoa vode u posudi i  $v_2$  – brzina istjecanja vode iz cijevi. Budući da je  $S = d^2 \pi / 4$  imamo

$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{d}{D}\right)^2, \quad (4)$$

tako da iz (3) konačno dobijamo

$$v_2 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sqrt{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4}} \quad \text{10 bodova} \quad (5)$$

Domet mlaza je

$$x = v_2 t = v_2 \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \text{4 boda} \quad (6)$$

Uvrštavanjem brojčanih vrijednosti nalazimo

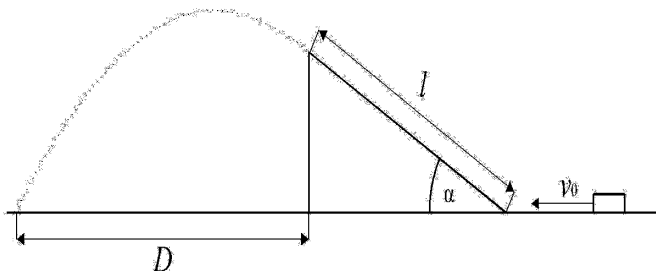
$$v_2 = 3,173 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ i } x = 1,24 \text{ m} \quad \text{2 boda}$$

**Napomena:** ako bi se zanemarila brzina  $v_1$  (što odgovara slučaju  $d \ll D$ ) dobili bi rezultat  $v_2 = 3,132$  m/s i  $x = 1,22$  m. Ovo nije veliko odstupanje od tačnog rezultata, ali se u zadatku očekuje račun bez ove aproksimacije.

## A : MEHANIKA – III razred

### ZADATAK 1.

Tijelo se kreće bez trenja po horizontalnoj ravni brzinom  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ . Ono zatim nailazi na strmu ravan nagibnog ugla  $\alpha = 30^\circ$  i dužine  $l = 6 \text{ m}$ . Koeficijent trenja između tijela i strme ravni je  $\mu = \frac{2\sqrt{3}}{15}$ . Na kom rastojanju  $D$  od strme ravni će tijelo pasti na tlo? U ovom zadatku možete uzeti  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



### RJEŠENJE:

Usporenje tijela dok se kreće uz strmu ravan je

$$a = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = -10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \left( \frac{1}{2} + \frac{2\sqrt{3}}{15} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = -7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}. \quad (1)$$

Brzina koju će tijelo imati na vrhu strme ravni iznosi

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2al} = \sqrt{100 - 14 \cdot 6} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad \mathbf{10 \text{ bodova}} \quad (2)$$

Sada trebamo izračunati domet kosog hica sa početnom brzinom  $v$  i uglom elevacije  $\alpha$ , koji je lansiran sa visine

$$h = l \sin \alpha = 3 \text{ m}. \quad (3)$$

To možemo uraditi ako u jednadžbu putanje

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g x^2}{2v^2 \cos^2 \alpha} \quad (4)$$

uvrstimo

$$y = -h. \quad (5)$$

Tada  $x$  postaje traženi domet  $D$ . Kvadratna jednadžba

$$-\frac{g D^2}{2v^2 \cos^2 \alpha} + D \operatorname{tg} \alpha + h = 0 \quad (6)$$

ima dva rješenja: jedno pozitivno i jedno negativno. Naravno, mi uzimamo samo pozitivno rješenje, koje iznosi

$$D = 3,46 \text{ m}. \quad \mathbf{10 \text{ bodova}} \quad (7)$$

**Napomena:** ovo je skraćena verzija rješenja, koja uključuje glavne jednadžbe i najvažnije međurezultate, kao i sve bitnije numeričke vrijednosti. Detaljan ispis svih međukoraka bi zahtjevao mnogo više prostora.

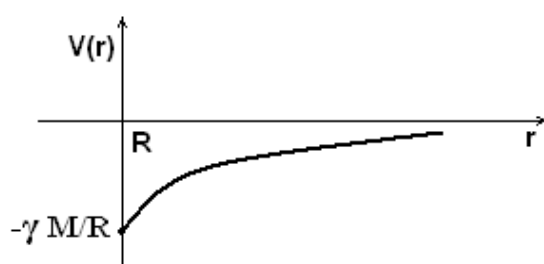
## A : MEHANIKA – III razred

### ZADATAK 2.

- a) Predstaviti grafički zavisnost potencijala Zemljinog gravitacionog polja od rastojanja od centra Zemlje kada su ta rastojanja veća od poluprečnika Zemlje ( $r > R$ ).
- b) Pokazati da u odnosu na Zemljinu površinu potencijal iznosi  $V' = g \cdot h / (1 + h/R)$ .
- c) Kolika je greška napravljena upotrebom približne formule za potencijalnu energiju ( $W_p = m \cdot g \cdot h$ ) tijela mase **1kg** na visini **200km**, a kolika na visini **200m**?

### RJEŠENJE:

- a) Formula za potencijal gravitacionog polja Zemlje je  $V = -\gamma \cdot \frac{M}{r}$ , gdje je M masa Zemlje. Potencijal na površini Zemlje:  $V = -\gamma \cdot \frac{M}{R}$ .



6 bodova

b)

6 bodova

U odnosu na

Zemljinu površinu potencijalna energija tijela je jednaka radu potrebnom da se sa udaljenosti  $r$  tijelo prebaci na površinu Zemlje (na udaljenost  $R$ ).

$$W'_p = -\frac{\gamma Mm}{r} - \left( -\frac{\gamma Mm}{R} \right) = \gamma Mm \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right).$$

$$r = R + h.$$

$$W'_p = \gamma Mm \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R+h} \right) = \gamma Mm \frac{h}{R(R+h)} = \gamma Mm \frac{h}{R^2 \left( 1 + \frac{h}{R} \right)}$$

Pošto je  $mg = \gamma \frac{mM}{R^2}$ , to je  $W'_p = \frac{mgh}{1 + \frac{h}{R}}$ , tj.

potencijal  $V' = \frac{gh}{1 + \frac{h}{R}} \Rightarrow V' = gh$  za  $h \ll R$

10 bodova

c)  $W_{p1} = mgh_1 = 19,62 \cdot 10^5 J$ ,  $W'_{p1} = \frac{19,62 \cdot 10^5 J}{1 + \frac{2 \cdot 10^5}{6,37 \cdot 10^6}} = 19,02 \cdot 10^5 J$

$$\frac{W_{p1} - W'_{p1}}{W'_{p1}} = 3,15\%$$

$$W_{p2} = mgh_2 = 19,62 \cdot 10^2 J, W'_{p2} = 19,619384 \cdot 10^2 J, \frac{W_{p2} - W'_{p2}}{W'_{p2}} = 0,003\%$$

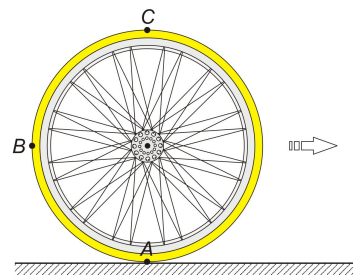
4 boda

Odstupanje na visini  $h_2$  nije zanemarljivo.

## A : MEHANIKA – III razred

### ZADATAK 3.

Okrećući pedale ugaonom brzinom  $\omega_1 = 4 \text{ rad/s}$  fizičar se vozi na biciklu čiji prednji zupčanik ima poluprečnik  $r_1 = 10 \text{ cm}$ , a stražnji  $r_2 = 4 \text{ cm}$ . Ako je poluprečnik stražnjeg točka  $R = 30 \text{ cm}$ , koliki su intenziteti brzina tačaka  $A$ ,  $B$  i  $C$  u sistemu vezanom za nepokretnu podlogu? Brzina bicikla usmjerena je na desno.



### RJEŠENJE:

Budući da su prednji i stražnji zupčanik povezani lancem, linijska brzina tačaka na periferiji ta dva zupčanika mora biti ista. Pošto je  $v = \omega r$  imamo

$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2. \quad (1)$$

Dakle, ugaona brzina kojom se okreće stražnji zupčanik (a s njim i točak) je

$$\omega_2 = \frac{r_1}{r_2} \omega_1. \quad (2)$$

Linijska brzina tačaka na periferiji točka jednaka je

$$v = \omega_2 R = \frac{r_1}{r_2} \omega_1 R = 3 \text{ m/s}. \quad \mathbf{8 \text{ bodova}} \quad (3)$$

Cijeli bicikl se translatorno kreće istom tom brzinom  $v$ , tako da su rezultujuće brzine u odnosu na nepokretnu podlogu jednake:

$$v_A = v - v = 0, \quad (4)$$

$$v_B = \sqrt{v^2 + v^2} = v\sqrt{2} = 4,24 \text{ m/s} \quad \text{i} \quad (5)$$

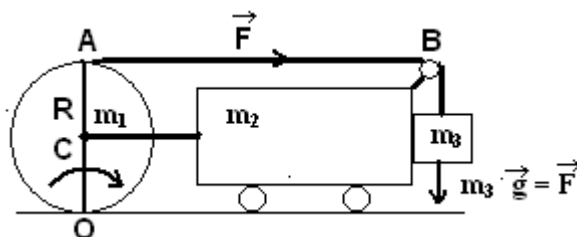
$$v_C = v + v = 2v = 6 \text{ m/s}. \quad \mathbf{12 \text{ bodova}} \quad (6)$$

## A : MEHANIKA – III razred

### ZADATAK 4.

Kolica mase **1 kg** i valjak mase **0,5 kg** i radijusa baze  $4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$  povezani su tako da se valjak može kotrljati po podlozi. Pri ovom kretanju ne dolazi do klizanja valjka. Oko valjka je namotana nit koja je prebačena preko kotura, a na kraju niti je obješen uteg mase **0,2 kg**, koji bez trenja klizi po bočnoj strani kolica (vidjeti sliku). Točkići kolica su lahki. Sa kolikim ubrzanjem se sistem kreće?

RJEŠENJE:



Ubrzanje datog sistema jednako je ubrzanju centra valjka. Kretanje samog valjka na kojeg preko niti AB, kao na slici, djeluje sila  $F$ , opisano je izrazom:

$$M = \alpha I_0,$$

gdje je  $\alpha$  ugaono ubrzanje oko tačke vrtnje  $O$ ,

$I_0$  moment inercije valjka oko ose koja prolazi kroz  $O$

$M$  moment sile  $F$  oko tačke  $O$ .

Pošto je:  $M = 2R \cdot F$ ,  $I_0 = m_1 \cdot R^2 + \frac{m_1 R^2}{2} = \frac{3}{2} m_1 R^2$ ,  $a = \alpha R$ , to je

$$\left( \frac{I_0}{2R^2} \right) \cdot a = F.$$

**10 bodova**

Za centar valjka su prikačena tijela mase  $m_2$  i  $m_3$ , kao na slici, pa je

$$\left( \frac{I_0}{2R^2} + m_2 + m_3 \right) \cdot a = F, \text{ tj.}$$

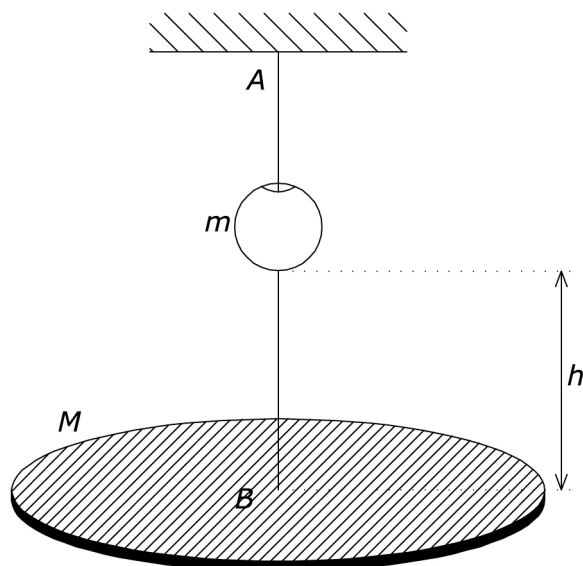
$$\left( \frac{3}{4} m_1 + m_2 + m_3 \right) \cdot a = m_3 \cdot g$$

Ubrzanje sistema  $a = \frac{m_3 \cdot g}{\frac{3}{4} m_1 + m_2 + m_3} = 0,127 \cdot g = 1,246 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

**10 bodova**

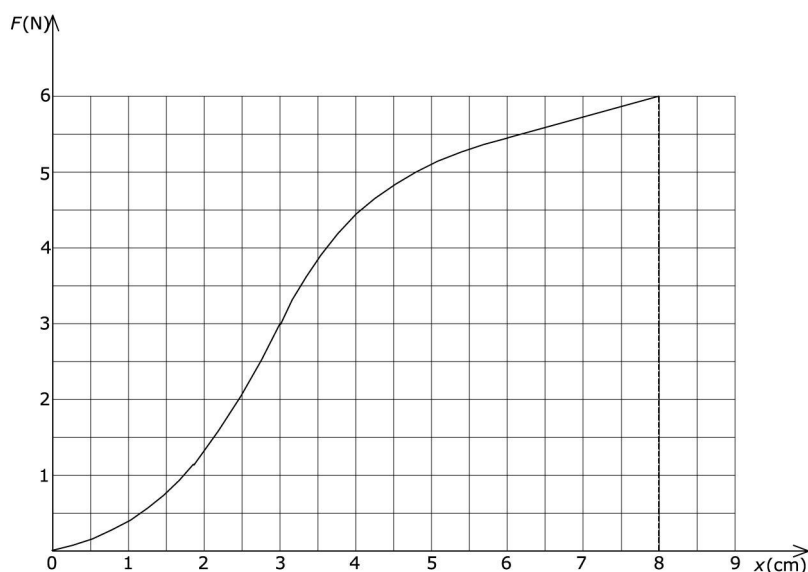
## A : MEHANIKA – III razred

### ZADATAK 5.



Horizontalna platforma mase  $M = 300\text{g}$  je obješena na gumenu nit AB (Slika 6). Nit prolazi kroz rupu na tegu mase  $m = 100\text{g}$ . Sistem je u ravnoteži. Odrediti sa koje najmanje visine  $h$ , u odnosu na platformu, treba pustiti teg, bez početne brzine, da bi nit pukla. Istezanje niti veće od  $x = 8\text{cm}$  dovodi do njenog pucanja. Zavisnost sile zatezanja niti od izduženja u odnosu na nedeformisanu nit prikazana je na Slici 7. Sudar tega i platforme smatrati apsolutno neelastičnim.

Uzeti da je  $g = 10\text{ m/s}^2$ .



**RJEŠENJE:**

U ravnoteži je sila zatezanja niti  $F_1 = Mg = 3\text{ N}$ . Sa grafika vidimo da je nit tada istegnuta za  $x_0 = 3,00\text{ cm}$ . **2 boda**

Prije udara u platformu teg ima brzinu  $v_0 = \sqrt{2gh}$ .

Prema zakonu održanja impulsa je  $v = \frac{m}{M+m} \sqrt{2gh}$ . **4 boda**

Prema zakonu održanja energije primjenjenom na početak istezanja niti i na istegnutost do kritične dužine  $x$ , važi:

$$(M + m)gd + \frac{(M + m)v^2}{2} = E_2 - E_1, \quad \mathbf{6 \text{ bodova}}$$

gdje su  $E_1$  i  $E_2$  potencijalne energije istegnute niti,

$d$  je dodatno spuštanje platforme do pucanja niti tj.  $d = x - x_0 = (8 - 3) \text{ cm} = 5 \text{ cm}$

Promjena potencijalne energije elastične niti, odnosno rad na savlađivanju sile istezanja niti može se odrediti sa grafikona i on je jednak površini ispod grafika  $F = F(x)$  u intervalu od  $x_0$  do  $x$ , tj. ovdje od  $x_0 = 3,00 \text{ cm}$  do  $x = 8,00 \text{ cm}$

Ta se površina izračuna preko površina kvadratića, tako što se prebroje koliko ih ima u ovom intervalu. Dobija se približno, vodeći računa o jedinicama:

$$A = E_2 - E_1 = 0,25 \text{ J}.$$

(Ispod grafika, u intervalu od  $x_0$  do  $x$  je oko 100 kvadratića, čija je veličina  $\Delta A = 0,5 \text{ N} \cdot 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ , pa je  $A = 100 \cdot \Delta A = 0,25 \text{ J}$ )

**6 bodova**

Iz ovih relacija dobija se tražena visina:

$$h = \frac{M + m}{m^2 g} A - \left( \frac{M + m}{m} \right)^2 d = 20 \text{ cm}$$

**2 boda**

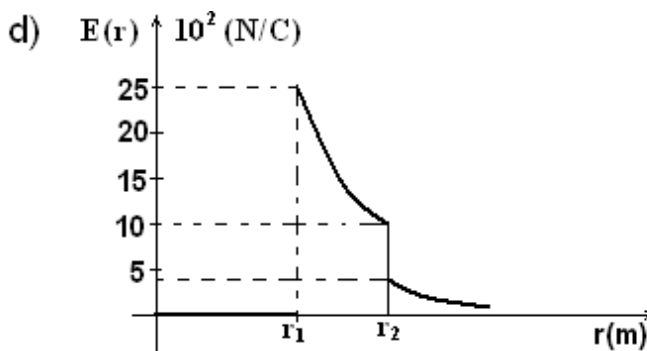
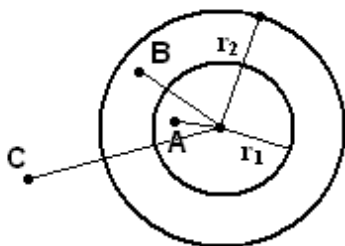
## B : OSCILACIJE, TALASI I ELEKTROMAGNETIZAM

### ZADATAK 1.

Dvije koncentrične metalne kugle, radijusa  $r_1 = 6\text{cm}$  i  $r_2 = 10\text{cm}$ , naelektrizirane su količinama naboja  $q_1 = 1\text{nC}$  i  $q_2 = -0,5\text{nC}$ . Odrediti jačinu polja u tačkama koje su udaljene od centra  $5\text{cm}$ ,  $9\text{cm}$  i  $15\text{cm}$ . Predstaviti grafički funkciju  $E(r)$ .

$$(1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2)$$

### RJEŠENJE:



**10 bodova**

a) Jačina električnog polja u tački A:

$$E_A = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q_A}{r_A^2} = 0 \quad , \text{ jer je količina naboja u tački A, } q_A = 0.$$

b)  $E_B = k \cdot \frac{q_B}{r_B^2}$  ,  $q_B = q_1$

$$E_B = k \cdot \frac{q_1}{r_B^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-9} \text{C}}{81 \cdot 10^{-4} \text{m}^2} = 1,11 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \left( \text{ili } \frac{\text{V}}{\text{m}} \right)$$

c)  $E_C = k \cdot \frac{q_C}{r_C^2} = k \cdot \frac{q_1 + q_2}{rc^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{0,5 \cdot 10^{-9}}{(15 \cdot 10^{-2})^2} \frac{\text{N}}{\text{C}} = 2 \cdot 10^2 \frac{\text{N}}{\text{C}} \left( \text{ili } \frac{\text{V}}{\text{m}} \right)$

**10 bodova**

d) Funkcija  $E(r) \propto \frac{1}{r^2}$  , je kriva, kao na grafiku.

Potrebno je izračunati vrijednosti električnog polja na prvoj i drugoj kugli.

1. Od centra do  $r_1$  jačina polja  $E_1(r) = 0$

2. Na površini prve kugle

$$E_2(r_1) = k \cdot \frac{q_1}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-9}}{36 \cdot 10^{-4}} \frac{\text{N}}{\text{C}} = 25 \cdot 10^2 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

3. Jačina polja prve kugle na mjestu  $r_2$

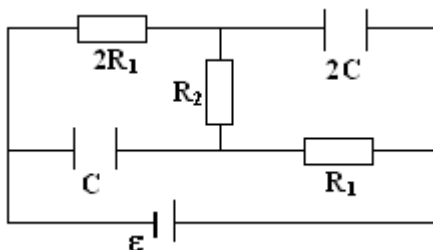
$$E_3(r_2) = k \cdot \frac{q_1}{r_2^2} = 9 \cdot 10^2 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

4.  $E_4(r_2) = k \cdot \frac{q_1 + q_2}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{0,5 \cdot 10^{-9}}{100 \cdot 10^{-4}} \frac{\text{N}}{\text{C}} = 4,5 \cdot 10^2 \frac{\text{N}}{\text{C}}$

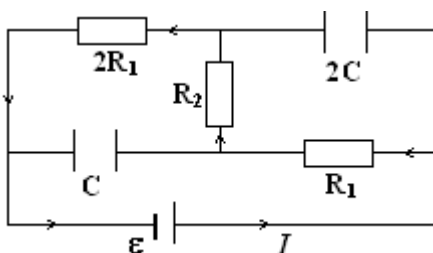
## B : OSCILACIJE, TALASI I ELEKTROMAGNETIZAM

### ZADATAK 2.

Na crtežu je prikazan električni krug jednosmjerne struje. Odrediti elektromotornu silu izvora ako je poznato da se na oblogama kondenzatora, kapaciteta  $2C$  i  $C$  nalaze količine naboja  $3q$  i  $2q$ . Unutrašnji otpor izvora zanemariti.



RJEŠENJE:



Podaci:

$$C_1 = 2C, C_2 = C, q_1 = 3q, q_2 = 2q; \quad \varepsilon = ?$$

Otpornici su redno vezani, pa je  $I$  jačina struje u krugu.

$$\varepsilon = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U_1 = I \cdot R_1, \quad U_2 = I \cdot R_2, \quad U_3 = I \cdot R_3 = I \cdot 2R_1 = 2 \cdot I \cdot R_1 = 2U_1$$

$$\varepsilon = 3U_1 + U_2$$

**8 bodova**

Napon na kondenzatoru  $C_1$  je

$$U_{C_1} = U_1 + U_2 = \frac{q_1}{C_1},$$

a na kondenzatoru  $C_2$  je

$$U_{C_2} = U_2 + 2U_1 = \frac{q_2}{C_2}$$

$$U_1 = \frac{q_2}{C_2} - \frac{q_1}{C_1}$$

**6 bodova**

$$U_1 = \frac{2q}{C} - \frac{3q}{2C} = \frac{4q - 3q}{2C} = \frac{q}{2C}$$

$$U_2 = \frac{q_1}{C_1} - U_1 = \frac{3q}{2C} - \frac{q}{2C} = \frac{2q}{2C} = \frac{q}{C}$$

Elektromotorna sila izvora je

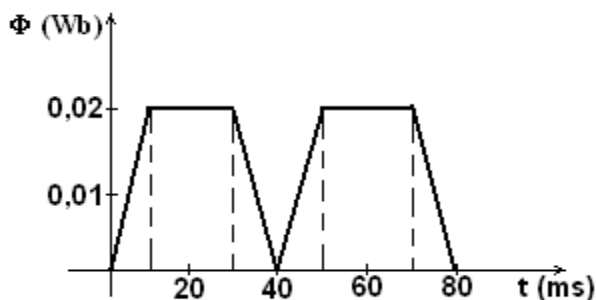
$$\varepsilon = 3 \cdot \frac{q}{2C} + \frac{q}{C} = \frac{5q}{2C}$$

**6 bodova**

## B : OSCILACIJE, TALASI I ELEKTROMAGNETIZAM

### ZADATAK 3.

Na dijagramu je prikazana promjena magnetskog fluksa kroz neki provodni krug. Nacrtati odgovarajući dijagram promjene inducirane elektromotorne sile u krugu.



### RJEŠENJE:

Rješenje je  $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  **2 boda**

1. Iz dijagrama se vidi da za vrijeme  $\Delta t = (10 - 0)ms = 10ms$  fluks se promijeni za  $\Delta\Phi = (0,02 - 0)Wb = 0,02Wb$ , pa je

$$\varepsilon_1 = -\frac{0,02Wb}{10 \cdot 10^{-3}s} = -2V$$

2. Za  $\Delta t = (30 - 10)ms = 20ms$ ,  $\Delta\Phi = 0 \Rightarrow \varepsilon = 0$

3. Za  $\Delta t = (40 - 30)ms = 10ms$ ,  $\Delta\Phi = (0 - 0,02)Wb = -0,02Wb$

$$\Rightarrow \varepsilon_3 = -\frac{-0,02Wb}{10 \cdot 10^{-3}s} = 2V \quad \mathbf{9 \text{ bodova}}$$

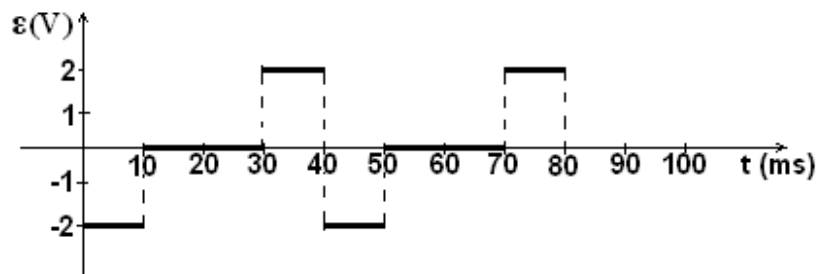
4. Za  $\Delta t = (50 - 40)ms = 10ms$ ,  $\Delta\Phi = (0,02 - 0)Wb = 0,02Wb$

$$\Rightarrow \varepsilon_4 = -\frac{0,02Wb}{10 \cdot 10^{-3}s} = -2V$$

5. Za  $\Delta t = (70 - 50)ms = 20ms$ ,  $\Delta\Phi = 0 \Rightarrow \varepsilon = 0$

6. Za  $\Delta t = (80 - 70)ms = 10ms$ ,  $\Delta\Phi = (0 - 0,02)Wb = -0,02Wb$

$$\Rightarrow \varepsilon = 2V \quad \mathbf{3 \text{ boda}}$$



**6 bodova**

## B : OSCILACIJE, TALASI I ELEKTROMAGNETIZAM

### ZADATAK 4.

Rezonancija u oscilatornom kolu s kondenzatorom kapaciteta  $10^{-6}\text{F}$  nastaje pri frekvenciji oscilacija **400Hz**. Kada se prvom kondenzatoru paralelno priključi drugi kondenzator, rezonancija nastaje pri frekvenciji **100Hz**. Odrediti kapacitet drugog kondenzatora. Otpor kontura zanemariti.

### RJEŠENJE:

Podaci:  $C_1 = 10^{-6}\text{F}$ ,  $\nu_1 = 400\text{ Hz}$ ,  $\nu_2 = 100\text{ Hz}$ ;  $C_2 = ?$

Rezonantna frekvencija  $\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$ , kada je priključen jedan kondenzator je

$$\nu_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C_1}} .$$

Kada je priključen paralelno prvom i drugi kondenzator, tada je

$$\nu_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C_{uk}}} , \text{ gdje je } C_{uk} = C_1 + C_2$$

$$\nu_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot (C_1 + C_2)}}$$

**6 bodova**

Iz formule za  $\nu_1$  slijedi  $L = \frac{1}{4\pi^2\nu_1^2 C_1}$ . Zamjenom u formuli za  $\nu_2$ , dobije se:

**6 bodova**

$$\nu_2^2 = \frac{1}{4\pi^2 \frac{1}{4\pi^2\nu_1^2 C_1} \cdot (C_1 + C_2)} \Rightarrow C_1 + C_2 = \frac{\nu_1^2 C_1}{\nu_2^2}$$

$$C_2 = C_1 \frac{\nu_1^2 - \nu_2^2}{\nu_2^2} = 10^{-6}\text{F} \frac{4^2 \cdot 10^4 - 10^4}{10^4} = 15 \cdot 10^{-6}\text{F}$$

**8 bodova**

## B : OSCILACIJE, TALASI I ELEKTROMAGNETIZAM

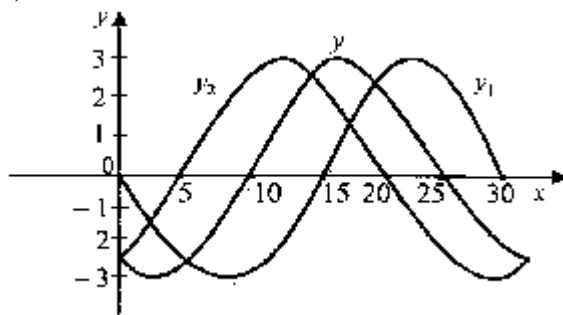
### ZADATAK 5.

Dva talasa jednakih talasnih dužina  $\lambda = 30\text{cm}$  i jednakih amplituda  $y_0 = 3\text{cm}$  šire se u istom smjeru sa faznim pomakom  $120^\circ$ .

- c) Prikazati grafički talas koji nastaje interferencijom ovih talasa.  
d) Odrediti talasnu funkciju rezultujućeg talasa.

### RJEŠENJE:

a)



6 bodova

b)

$$y = y_1 + y_2$$

$$y_1 = y_0 \cdot \sin \varphi_1, \text{ uzmimo da je } \varphi_1 = \varpi \cdot t$$

$$y_2 = y_0 \cdot \sin \varphi_2, \quad \varphi_2 = \varpi \cdot t + \Delta\varphi$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi}{3}$$

$$y = y_0 (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2)$$

$$y = y_0 \cdot 2 \cdot \sin \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \cdot \cos \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}$$

$$y = 2y_0 \cdot \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \cdot \sin \left( \varpi \cdot t + \frac{\Delta\varphi}{2} \right), \quad \frac{\Delta\varphi}{2} = \frac{\pi}{3}$$

$$y = 2y_0 \cdot \cos \frac{\pi}{3} \cdot \sin \left( \varpi \cdot t + \frac{\pi}{3} \right)$$

$$y = y_0 \cdot \sin \left( \varpi \cdot t + \frac{\pi}{3} \right), \quad y_0 = 3\text{cm}$$

$$y = 3\text{cm} \cdot \sin \left( \varpi \cdot t + \frac{\pi}{3} \right), \quad \left( k \cdot \Delta x = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x = \Delta\varphi \right)$$

$$\Rightarrow \Delta x = 5\text{cm}$$

14 bodova

## C : OPTIKA I ATOMSKA FIZIKA

### ZADATAK 1.

Svjetlost, nastala pražnjenjem u cijevi u kojoj se nalazi vodik, pada na optičku mrežicu koja ima **1000** zareza na **1,2 mm**.

c) U kojem intervalu uglova se mogu vidjeti sve linije Balmerove serije u difrakcionom spektru prvog reda?

Ploča, presvučena kalijem, se postavi paralelno sa rešetkom tako da linije Balmerove serije padaju na površinu ploče. Ploča je elektrostatički izolirana i nalazi se u vakuumu.

d) Objasniti zbog čega se ploča naelektriše do određenog potencijala u odnosu na Zemlju. Izračunati taj potencijal.

(Izlazni rad kalija je 2,25 eV.)

### RJEŠENJE:

a) Balmerova serija nastaje kada elektroni u atomu vodika prelaze sa viših energetske nivoa na drugi.

Najveća talasna dužina u Balmerovoj seriji odgovara prelazu sa trećeg energetskog nivoa:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R_H \cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} \cdot \frac{5}{36},$$

$$\lambda_{\max} = 656 \text{ nm}.$$

Za najmanju talasnu dužinu u Balmerovoj seriji vrijedi:

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R_H \cdot \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1} \cdot \frac{1}{4}$$

$$\lambda_{\min} = 365 \text{ nm}.$$

Iz uslova za difrakcioni maksimum prvog reda na optičkoj mrežici:

$$a \cdot \sin \alpha = \lambda$$

slijedi:

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{a},$$

gdje je  $a$  konstanta optičke rešetke koja iznosi:  $a = 1,2 \text{ mm} / 1000 = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ .

$$\alpha_{\max} = \arcsin \left( \frac{\lambda_{\max}}{a} \right) = \arcsin \left( \frac{656 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}} \right) = \arcsin (0,546) = 33,14^\circ$$

$$\alpha_{\min} = \arcsin \left( \frac{\lambda_{\min}}{a} \right) = \arcsin \left( \frac{365 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}} \right) = \arcsin (0,304) = 17,71^\circ$$

**12 bodova**

b) Energija fotona talasne dužine  $\lambda = 365 \text{ nm}$  iznosi:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{365 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 5,44 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,4 \text{ eV}$$

Vidimo da ovi fotoni imaju dovoljno veliku energiju da izazovu fotoelektrični efekat na sloju kalija. Zbog emisije elektrona sa površine ploče i zbog njene izoliranosti, ploča će se postepeno pozitivno naelektrisati i imati određeni elektrostatički potencijal u odnosu na Zemlju. Kako je ploča pozitivno naelektrisana emitovani elektroni će se ponovo vraćati na površinu ploče. Potencijal ploče će rasti do one vrijednosti kada će i elektroni sa maksimalnom kinetičkom energijom biti vraćeni na površinu.

Iz Einsteinove relacije za fotoefekat slijedi:

$$eU = \frac{hc}{\lambda} - A_i = 3,4 \text{ eV} - 2,25 \text{ eV} = 1,15 \text{ eV}$$

Potencijal ploče u odnosu na Zemlju je 1,15 V.

**8 bodova**

## C : OPTIKA I ATOMSKA FIZIKA

### ZADATAK 2.

U rendgenskoj cijevi protiče struja (elektrona) jačine **25 mA**. Elektroni sa brzinom koja iznosi **40%** brzine svjetlosti u vakuumu padaju na anodu od volframa.

- d) Izračunati graničnu talasnu dužinu nastalog rendgenskog zračenja.
- e) Ispitati da li se u spektru rendgenskog zračenja pojavljuje  $K_\alpha$  - linija.
- f) Anoda se hladi vodom koja ima protok od **2 litra u minuti** i početnu temperaturu od  $20^\circ\text{C}$ . Na koju temperaturu će se zagrijati voda ako se u prosjeku **99%** kinetičke energije elektrona pretvori u toplotu.

### RJEŠENJE:

a) Odredimo kinetičku energiju elektrona.

Relativistički račun:

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{511 \text{ keV}}{\sqrt{1 - (0,4)^2}} = 557,5 \text{ keV} .$$

Kinetička energija elektrona je :

$$E_k = E - m_0 c^2 = 557,5 \text{ keV} - 511 \text{ keV} = 46,5 \text{ keV} .$$

Granična talasna dužina je, prema tome:

$$\lambda_g = \frac{hc}{E_k} = 2,67 \cdot 10^{-11} \text{ m} .$$

**7 bodova**

b) Za nastanak K-linije u spektru rendgenskog zračenja neophodno je izbiti elektron sa prve ljuske u atomu volframa.  $K_\alpha$  - linija nastaje kada elektron iz druge ljuske pređe u prvu i pri tome emituje kvant energije čija je talasna dužina određena Moseley-evim zakonom:

$$\frac{1}{\lambda} = R(Z-1)^2 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) ,$$

gdje je  $R$  Rydbergova konstanta. Slijedi:

$$\lambda = 2,27 \cdot 10^{-11} \text{ m} .$$

Vidimo da je ova talasna dužina manja od granične. Dakle elektroni koji se ubrzavaju u cijevi nemaju dovoljnu energiju da izbace elektrone sa prve ljuske u atomu volframa, pa prema tome u spektru se ne može pojaviti  $K_\alpha$  - linija.

**6 bodova**

c) Kako je kinetička energija elektrona 46,5 keV, napon na kojem radi rendgenska cijev je 46,5 kV. Energija koju elektroni predaju anodi za vrijeme  $\Delta t$  je  $U \cdot I \cdot \Delta t$ . 99% te energije se utroši na povećanje temperature vode, mase  $m$ , za  $\Delta T$ . Prema zakonu održanja energije je:

$$0,99 \cdot U \cdot I \cdot \Delta t = mc_v \Delta T ,$$

$$\Delta T = \frac{0,99 \cdot U \cdot I \cdot \Delta t}{mc_v} = \frac{0,99 \cdot 46,5 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 60 \text{ s}}{4,19 \cdot 10^3 \text{ J/kgK} \cdot 2 \text{ kg}} = 8,24 \text{ K}$$

Voda će se zagrijati na  $28,24^\circ\text{C}$ .

**7 bodova**

## C : OPTIKA I ATOMSKA FIZIKA

### ZADATAK 3.

Prozirna posuda sadrži atome vodika na visokoj temperaturi koji se jednim dijelom nalaze u prvom pobuđenom stanju. Posuda se postavi ispred izvora polihromatske svjetlosti. Snop svjetlosti se nakon prolaska kroz posudu spektralno analizira. Na talasnoj dužini od  $\lambda = 656 \text{ nm}$  u spektru se uočava tamna linija.

- e) Objasniti nastanak ove linije. Kojem prelazu u atomu vodika odgovara ova linija? Kojoj spektralnoj seriji pripada?
- f) Izračunati talasne dužine ostalih tamnih linija u spektru vidljive svjetlosti. (Uzeti za granične talasne dužine vidljive svjetlosti **400 nm i 750 nm.**)
- g) Sada se temperatura vodika u posudi smanji tako da se u idealnom slučaju svi atomi nalaze u osnovnom stanju. Objasniti kako se mijenja spektar. (Pretpostaviti da izvor emituje svjetlost samo u vidljivom području.)
- h) Da li se atomi vodika, koji se nalaze u osnovnom stanju, mogu pobuditi u interakciji sa
  - fotonom energije **11 eV**,
  - elektronom energije **11 eV**.

Energija osnovnog stanja u atomu vodika je  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ .

### RJEŠENJE:

a) Energija na n-tom nivou u atomu vodika je određena relacijom:  $E_n = \frac{E_1}{n^2}$ .

Energije nekoliko prvih pobuđenih stanja u atomu vodika su:

$$E_2 = -3,4 \text{ eV}, E_3 = -1,51 \text{ eV}, E_4 = -0,85 \text{ eV}, E_5 = -0,55 \text{ eV},$$

$$E_6 = -0,378 \text{ eV}, E_7 = -0,278 \text{ eV}$$

Tamna linija u spektru nastaje zbog apsorpcije fotona talasene dužine  $\lambda = 656 \text{ nm}$ .

Energija ovog fotona je:  $E_f = \frac{hc}{\lambda} = 1,89 \text{ eV}$ . Vidimo da je ova energija jednaka razlici energija

drugog i trećeg nivoa. Dakle na talasnoj dužini  $\lambda = 656 \text{ nm}$  nastaje apsorpcija fotona od strane atoma vodika uz prijelaz sa drugog na treći energetske nivo. Nakon veoma kratkog vremena atom ponovo prelazi sa trećeg na drugi energetske nivo uz emisiju fotona talasne dužine  $\lambda = 656 \text{ nm}$ . Međutim pošto je ta emisija izotropna u prostoru intenzitet svjetlosti ove talasne dužine u prvobitnom prvcu je mnogo manji.

Posmatrana linija odgovara Balmerovoj seriji.

**7 bodova**

b) Energija fotona talasne dužine  $\lambda = 400 \text{ nm}$  je  $3,10 \text{ eV}$  a energija fotona talasne dužine  $\lambda = 750 \text{ nm}$  je  $1,65 \text{ eV}$ . Tamne spektralne linije u vidljivom dijelu mogu nastati pri onim prelazima kod kojih je razlika energija dva nivoa u intervalu od  $1,65 \text{ eV}$  do  $3,10 \text{ eV}$ . Vidimo da su još mogući prelazi  $2 \rightarrow 4$ ,  $2 \rightarrow 5$  i  $2 \rightarrow 6$ . Odgovarajuće talasne dužine su:  $\lambda_{24} = 486 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{25} = 435 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{26} = 410 \text{ nm}$ .

**5 bodova**

c) Da bi se pobudili atomi vodika potrebno je uložiti minimalnu energiju od  $10,2 \text{ eV}$ . Pošto je maksimalna energija fotona  $3,10 \text{ eV}$  svjetlost se neće apsorbovati pa se u spektru neće vidjeti tamne spektralne linije.

**4 boda**

d) Energija fotona se može apsorbirati samo u cjelosti. Kako u atomu vodika ne postoje dva nivoa čije je razlika energija 11 eV, foton ove energije se neće apsorbirati. Za razliku od fotona, elektron može predati dio svoje kinetičke energije atomu vodika i nastaviti se kretati sa ostatkom energije. Za pobuđivanje atoma dovoljna je energija od 10,2 eV. Zaključujemo da elektroni energije 11 eV mogu pobuditi atome vodika.

**4 boda**

## C : OPTIKA I ATOMSKA FIZIKA

### ZADATAK 4.

Bolnica prima svake sedmice jednaku količinu istog izotopa, čije je vrijeme poluraspada **8 dana**.

Izotop koji je upravo dopremljen analiziran je pomoću brojača, koji je registrovao **47500** otkucaja u sekundi. Ostatak izotopa od neke prošle jednake pošiljke, istovremeno analiziran, daje međutim **4200** otkucaja u sekundi. Izračunati prije koliko vremena je dopremljena ta pošiljka, tj. starost ranije pošiljke (treba znati da je broj otkucaja brojača direktno proporcionalan broju raspada atomskih jezgri izotopa).

### RJEŠENJE:

Podaci:  $T = 8$  dana,  
vrijeme brojanja otkucaja brojača  $\Delta t = 1$  s,  
broj otkucaja za novu pošiljku  $\Delta N = 47600$   
broj otkucaja za staru pošiljku  $\Delta N = 4200$

Ako u svježoj pošiljci postoji  $N_0$  jezgri izotopa, onda nakon vremena  $t$  ostaje

$$N = N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}} \text{ jezgara}$$

Broj otkucaja koje daje brojač odgovara broju raspada atomskih jezgri izotopa. Kako je brzina radioaktivnog raspada proporcionalna s trenutno prisutnim brojem jezgri izotopa, možemo pisati:

$$\text{Za novi izotop} \quad \frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N_0$$

$$\text{Za staru pošiljku} \quad \frac{\Delta N^1}{\Delta t} = -\lambda N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}} \quad \mathbf{10 \text{ bodova}}$$

Kombinirajući ove dvije jednačbe, dobivamo

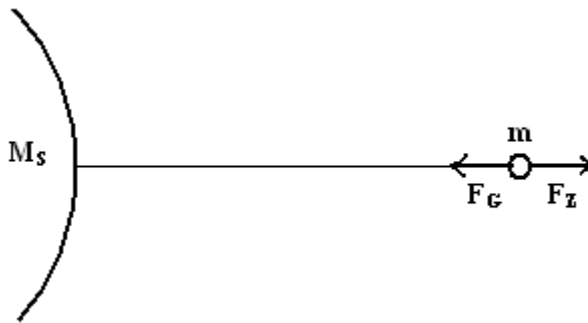
$2^{\frac{t}{T}} = \frac{\Delta N}{\Delta N^1}$  i nakon logaritmiranja i antilogaritmiranja dobijemo da je stara pošiljka dopremljena prije  **$t = 28$  dana**. **10 bodova**

## C : OPTIKA I ATOMSKA FIZIKA

### ZADATAK 5.

Sferna čestica prašine mase  $m = 6,91 \cdot 10^{-18}$  kg, radijusa  $r = 8 \cdot 10^{-8}$  m, nalazi se u svemiru na udaljenosti  $d = 1$  au (1 au =  $150 \cdot 10^6$  km – astronomska jedinica) od Sunca. Efektivna udarna površina (tzv. udarni presjek) za Sunčevo zračenje na česticu je  $S = r^2\pi$ , a efikasnost refleksije je  $\eta = 80$  %. Intenzitet Sunčevog zračenja na udaljenosti 1 au je  $I = 1374 \text{ Wm}^{-2}$ . Odredite koliki put pređe čestica nakon  $t = 1000$ s u odnosu na početni položaj, ako je u početnom trenutku padala ka Suncu brzinom  $v_0 = 2 \text{ ms}^{-1}$ . Pretpostavite da je pomak čestice jako mali u odnosu na njenu udaljenost od Sunca. (masa Sunca  $M_S = 2 \cdot 10^{30}$  kg).

### RJEŠENJE:



Akceleracija čestice:  $\vec{a} = \frac{1}{m}(\vec{F}_Z + \vec{F}_G)$ , gdje je  $F_Z$  sila usljed pritiska zračenja, a  $F_G$  gravitacijska sila koja djeluje na česticu.

Uzmimo za osu smjer "od Sunca".

$$a = \frac{1}{m}(F_Z - F_G) \quad \text{4 boda}$$

Gravitacijska sila:

$$F_G = G \frac{M_S m}{d^2} = 4,10 \cdot 10^{-20} \text{ N}$$

Sila pritiska zračenja je:  $F_Z = \frac{1}{c} \cdot P \cdot \eta$ , gdje je  $P = I \cdot S$  snaga zračenja,  $I$  je intenzitet zračenja, a  $S = r^2\pi$  je udarni presjek.

$$F_Z = \frac{1}{c} \eta \cdot I \cdot r^2 \pi = 7,37 \cdot 10^{-20} \text{ N} \quad \text{6 bodova}$$

Uvrštavanjem gornjih iznosa u izraz za ubrzanje, dobijamo

$$a = 4,73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Za izabranu osu jednačina kretanja čestice glasi:

$$x(t) = -v_0 \cdot t + \frac{a}{2} t^2$$

$$x(1000\text{s}) = 365 \text{ m} \quad \text{5 bodova}$$

Pošto je čestica u početnom trenutku padala ka Suncu (u negativnom smjeru ose), a konačan pomak u odnosu na ishodište je pozitivan, zaključujemo da je čestica morala promijeniti smjer kretanja, pa u ukupni pređeni put treba uključiti i dvostruki iznos udaljenosti suprotne tačke od ishodišta.

Ako je  $t_0$  vrijeme kad je čestica promijenila smjer, tada je iz  $v = 0$ ,  $t_0 = \frac{v_0}{a} = 422,8s$ , pa je

$$x(t_0) = -422,8m$$

Ukupni pređeni put za 1000s je

$$s = 2|x(t_0)| + x(1000s) = 1,211km$$

**5 bodova**