

Usporedba zadataka iz fizike na državnoj maturi i prijemnom ispitu za studij medicine

Sanja Dolanski Babić¹, Marko Škrabić¹, Planinka Pećina²

¹Zavod za fiziku i biofiziku, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagreb

²Fizički odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Sažetak. Prošle godine je skoro 7000 maturanata pristupilo ispitu državne mature iz fizike, a više od 1000 kandidata prijemnom ispitu za studij medicine u Zagrebu. Ispit državne mature iz fizike s 36 pitanja piše se 3 sata uz dozvoljene formule, a prijemni ispit za medicinu s ukupno 120 pitanja iz biologije, kemije i fizike isto toliko dugo, ali bez dodatne pomoći formula. Cilj našeg istraživanja je usporediti postignute rezultate kandidata na oba ispita. Predstaviti ćemo nekoliko zadataka s višestrukim odgovorima iz različitih područja fizike i diskutirati dobivene rezultate. Zadaci s višestrukim odgovorima na maturi imaju 3 ili 4, a na prijemnom ispitu 5 ponuđenih odgovora.

UVOD

Gradivo koje je obuhvaćeno ispitivanjem na maturi definirano je u Ispitnom katalogu za državnu maturu [1]. Gradivo na prijemnom ispitu za upis studija medicine navedeno je u katalogu znanja na mrežnim stranicama fakulteta [2]. Uz gradivo koje se uči tijekom gimnazijskog školovanja na prijemnom ispitu provjerava se i znanje stečeno u osnovnoj školi (npr. poluga).

Ispit na maturi traje 180 minuta bez stanke. Zadaci su u dvjema ispitnim knjižicama. U prvoj knjižici je 25 zadataka višestrukog izbora s 3 ili 4 ponuđena odgovora. U drugoj ispitnoj knjižici nalaze se zadaci produženog odgovora, otvorenog tipa koji se boduju s 2, 3 ili 4 boda. Uz ispitne knjižice priložena je i knjižica formula. Redoslijed rješavanja pristupnici biraju sami. Ukupni broj bodova je 60. Za ocjenu dovoljan na ispitu potrebno je 15 bodova (25%).

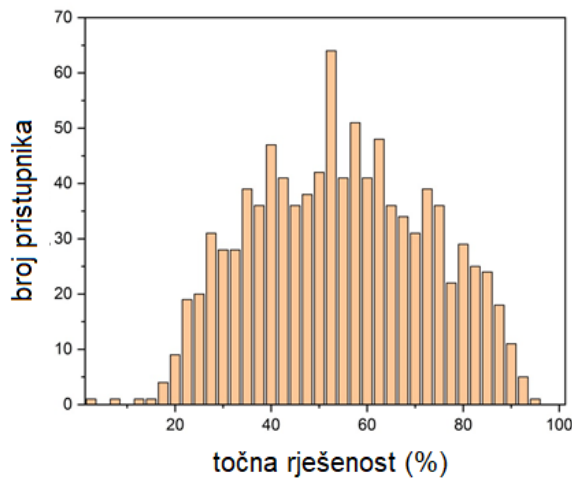
Prijemni ispit se sastoji od testova iz biologije, fizike i kemije koji se pišu zajedno ukupno 180 minuta. Svaki test ima 40 zadataka višestrukog izbora s 5 ponuđenih odgovora. Testovi se pripremaju u 4 različite grupe u kojima unutar područja (biologija, fizika, kemija) zadaci imaju različite redoslijede kao i ponuđeni odgovori. Pristupnici sami reguliraju potrebno vrijeme za pojedini dio ispita. Nikakva pomoć osim kalkulatora i periodnog sustava elemenata nije dozvoljena. Svaki ispravno riješen zadatak se boduje s 5 bodova tako da pristupnik može postići maksimalni broj bodova 600 (ukupno je 120 pitanja). Pristupnik prelazi prag ako je postigao najmanje 330 bodova (55%, odnosno 66 točno riješenih zadataka) i uz to ispravno riješio najmanje 16 zadataka iz svakog predmeta (predmetni prag od 40%). Ukupan broj bodova na upisnoj rang listi je zbroj bodova dobiven na prijemnom ispitu, školskom uspjehu i državnoj maturi više razine iz hrvatskog, matematike i engleskog jezika. Maksimalan broj bodova na rang listi je 1000. Prema izjavama upisanih studenata, prosječno vrijeme pisanja ispita iz fizike je malo dulje od sata. Slika 1 prikazuje raspodjelu broja kandidata o broju točno riješenih zadataka na prijemnom ispitu, slika 2 o postignutom broju točno riješenih zadataka iz biologije, fizike i kemije, a slika 3 detaljnije rezultate iz fizike.



Slika 1. Raspodjela broja kandidata o broju točno riješenih zadataka na prijemnom ispitu.



Slika 2. Raspodjela broja kandidata o broju točno riješenih zadataka iz fizike (označeno narančastom bojom), iz kemije (sivom bojom) i iz biologije (plavom bojom).



Slika 3. Raspodjela broja kandidata po udjelu točno riješenih zadataka iz fizike.

ZADACI I ANALIZA RJEŠENJA

Test iz fizike na prijemnom ispitu i državna matura iz fizike

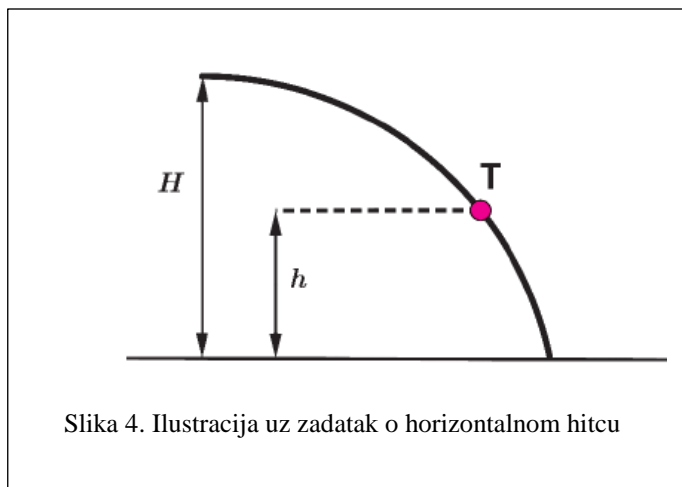
Zadatke su rješavali pristupnici na prijemnom ispitu za studij medicine na Medicinskom fakultet u Zagrebu u srpnju 2020. g. (u daljnjem tekstu radi jednostavnosti MEF) i pristupnici na državnoj maturi iz fizike u lipnju 2020. g. (u daljnjem tekstu DM). Predstavljeni zadaci s državne mature su objavljeni [1], a zadaci s prijemnog ispita uz suglasnost autora [3]. Pri uspoređivanju zadataka gledali smo i sadržaje i težinu te pretpostavljeni cilj zbog kojeg je zadatak postavljen. Prema težini, zadatci su podijeljeni u tri skupine: lagani, srednje teški i teški zadatci. Težine zadataka procijenjene su na temelju kognitivnih procesa koje učenik primjenjuje pri rješavanju zadataka. Takvom usporedbom u oba testa zastupljen je podjednaki broj zadataka određene težine. Kako je na prijemnom ispitu zadovoljenje predmetnog praga ispunjeno ispravnim rješavanjem ukupno 16 zadataka, autori tijekom stvaranja testa provjeravaju ima li zaista 16 laganih zadataka u pripremljenom testu.

1. Horizontalni hitac

DM

1. Tijelo je izbačeno s visine H brzinom v_0 u horizontalnom smjeru. Na slici 1 prikazana je putanja tijela te točka T u kojoj se tijelo nalazi na visini h . Koji od navedenih izraza vrijedi za brzinu tijela v u točki T ? Zanemarite otpor zraka.

- A. $v^2 = v_0^2 + 2gH$
- B. $v^2 = 2gh$
- C. $v^2 = 2g(H - h)$
- D. $v^2 = v_0^2 + 2g(H - h)$



Slika 4. Ilustracija uz zadatak o horizontalnom hitcu

MEF

2. Loptica je bačena brzinom v_0 s balkona visine 9 metara. Tijekom horizontalnog hitca brzina loptice se povećava. Odredite horizontalnu komponentu brzine loptice netom prije no što dotakne tlo, ako je otpor zraka zanemariv?

- A. $9v_0$
- B. $v_0/3$
- C. $3v_0$
- D. v_0
- E. $v_0/9$

TABLICA 1. Odabir ponuđenih odgovora izražen u postocima za 1. i 2. zadatak. DM je oznaka za pristupnike na maturi, a MEF za pristupnike na prijemnom ispitu za studij medicine. Točan odgovor je označen podebljanim fontom.

	A	B	C	D	E
DM (%)	11	8	9	71	-
MEF (%)	12,3	6,2	26,7	53,5	5,3

Ispravni odgovor na prijemnom odabralo je 53,5% pristupnika dok je na maturi taj postotak znatno viši i iznosi 71%. Pogledamo li pažljivije, naizgled slični zadatci jako se razlikuju po težini upravo zbog mogućnosti uporabe formula na državnoj maturi. Pri rješavanju zadatka s mature učenik može izabrati ispravno rješenje samo uz zaključak što je prijedeni put i ponuđene formule u knjižici formula, dok za rješavanje zadatka s prijemnog treba razumjeti princip neovisnosti gibanja.

Nadalje, usporedili smo zadatke koji ispituju činjenično znanje.

2. Činjenično znanje

DM

3. Kolika je najmanja energija potrebna za ionizaciju atoma vodika koji se nalazi u osnovnom stanju?

- A. 10,21 eV
- B. 12,75 eV
- C. 13,06 eV
- D. 13,60 eV

Riješenost zadatka na maturi je 42%, a iz čega možemo zaključiti da veliki broj učenika koji su pristupili maturi ne umije ni pogledati u formule jer se u listu s formulama nalazi izraz :

$$E_f = E_n - E_m = -13,6 \text{ ev} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right); n > m$$

TABLICA 2. Odabir ponuđenih odgovora izražen u postocima za zadatak 3.

	A	B	C	D
DM (%)	20	14	24	42

Navedeni zadatak 3 usporedili smo s dva zadatka s prijemnog ispita, zadacima 4 i 5.

MEF

4. Na glazbenom koncertu slušatelj se nalazi na određenoj udaljenosti od zvučnika. Čestice zraka pokrenute titranjem membrane zvučnika _____ do uha slušatelja.

- A. gibaju se pravocrtno od zvučnika
- B. titraju okomito na smjer širenja zvuka
- C. titraju u smjeru širenja zvuka i na taj način dođu
- D. titraju u smjeru širenja zvuka i na taj način prenose energiju zvuka
- E. titraju okomito na smjer širenja zvuka i na taj način prenose energiju zvuka

TABLICA 3. Odabir ponuđenih odgovora izražen u postocima za zadatak 4.

	A	B	C	D	E
MEF (%)	2,5	12,3	10,7	56	22,6

Raspodjela odabranih distraktora ukazuje da veliki postotak učenika zna da zvuk prenosi energiju (78,6%), ali da dio učenika ne zna je li zvučni val longitudinalan.

Također, možemo zadatak 3 s državne mature usporediti sa zadatakom 5 s prijemnog ispita.

MEF

Zadatak 5: U Bohrovom modelu atoma, energija elektrona na prvoj stazi u vodikovu atomu je $E_1 = -13,6 \text{ eV}$. Energije elektrona na višim stazama dane su ispod. Odredite minimalnu energiju fotona dovoljnu za prijelaz vodikovog atoma iz osnovnog u neko više energijsko stanje.

$E_2 = -3,40 \text{ eV}$	$E_5 = -0,54 \text{ eV}$	$E_8 = -0,21 \text{ eV}$
$E_3 = -1,51 \text{ eV}$	$E_6 = -0,38 \text{ eV}$	$E_9 = -0,17 \text{ eV}$
$E_4 = -0,85 \text{ eV}$	$E_7 = -0,28 \text{ eV}$	$E_{10} = -0,14 \text{ eV}$

- A. 0,01 eV
- B. 0,03 eV
- C. 1,89 eV
- D. 0,6 eV
- E. 10,2 eV

TABLICA 4. Odabir ponuđenih odgovora izražen u postocima za zadatak 5.

	A	B	C	D	E
MEF (%)	1,2	16,5	14	4,1	67,9

Zadatak s prijemnog malo je većeg stupnja složenosti, a riješen je s 67,9%. Pregledom odabira distraktora vidljivo je da pristupnici nisu mehanički birali najmanji broj već najmanju razliku predloženih brojeva. Dakle i bez formula imaju ideju da se radi o razlici između određenih nivoa energije.

3. Električni kondenzator

Usporedba zadataka po gradivu je teška jer su zadatci iz istog gradiva nejednake zahtjevnosti. Jedan način ispitivanja znanja o kapacitetu i kondenzatoru predstavljen je u zadatku 6 s prijemnog ispita.

MEF

Zadatak 6: Pločasti kondenzator spojimo u strujni krug s baterijom. Ako između ploča kondenzatora umetnemo dielektrik (izolator) koja tvrdnja/tvrdnje su istinite?

- I Električno polje kondenzatora se povećava.
- II Kapacitet kondenzatora se povećava.
- III Naboj na pločama kondenzatora se povećava.

- A. II i III
- B. I i II
- C. I, II i III
- D. I i III
- E. samo II

TABLICA 5. Odabir ponuđenih odgovora izražen u postocima za zadatak 6.

	A	B	C	D	E
MEF (%)	39,5	8,6	8,2	39,5	28

Zadatak 6 možemo usporediti sa zadatkom 7 proširenog odgovora s mature.

DM

Zadatak 7: Ploče pločastog kondenzatora udaljene su 1 mm u vakuumu. Koliki je kapacitet kondenzatora ako je površina pojedine ploče 10 dm^2 ?

Prepoznati koju formulu prepisati iz lista s formulama nosi bod, dok drugi bod uključuje pretvorbu mjernih jedinica i jednostavno uvrštavanje u izraz. Dakle, zadatak je male složenosti i nosi 2 boda. Međutim, učenici su u prosjeku samo ostvarili 1,1 bod.

Zadatak s prijemnog ispita puno je veće složenosti i dobro odabranih distraktora [4]. Oblik zadatka MEF 6 uglavnom se ne koristi na maturi, iako je pogodan za provjeru i činjeničnog znanja i razumijevanja. Takvim tipom zadatka može se ispitivati koje izraze učenik primjenjuje u kojoj situaciji i pogodan je i onda kad učenik ima kao pomoć dozvoljene formule.

4. Geometrijska optika

Iz geometrijske optike usporedili smo zadatak 8 s državne mature i zadatak 9 s prijemnog ispita.

DM

Zadatak 8: Luka je od oftalmologa dobio nalaz na kojem piše da mu trebaju naočale jakosti -2 dpt. Kakve leće na naočalama treba nositi Luka ?

- A. divergentne leće žarišne daljine 50 cm
- B. konvergentne leće žarišne daljine 50 cm
- C. divergentne leće žarišne daljine 200 cm
- D. konvergentne leće žarišne daljine 200 cm

MEF

Zadatak 9:

Na crtežu je prikazana _____ leća koja je stvorila _____ sliku predmeta.



- A. konvergentna, realnu
- B. konvergentna, virtualnu
- C. divergentna, realnu
- D. divergentna, virtualnu
- E. konvergentna, umanjenu

TABLICA 6. Odabir ponuđenih odgovora izražen u postocima za 8. i 9. zadatak.

	A	B	C	D	E
DM (%)	46	20	21	13	-
MEF (%)	4,1	7,8	10,7	66,6	14,8

U tablici 6. je prikazana razdioba odgovora za zadatke iz geometrijske optike. Na maturi je riješenost 46%, a na prijemnom znatno boljih 66%. Treba naglasiti da je zadatak s mature rješiv je pomoću izraza $j = 1/f$ koji piše u listu s formulama pa smo očekivali puno manju učestalost odgovora C i D.

5. Valno gibanje

Valovi su dio u kojem se jasno vidi koliko se ozbiljnije pristupa prijemnom ispitu no maturi.

MEF

Zadatak 10: Žica razapeta na gitari duga je 80 cm. Kad titra frekvencijom od 400 Hz nastane stojni val s tri trbuha. Izračunajte brzinu širenja vala kroz žicu gitare!

- A. 21 km/s
- B. 213 m/s
- C. 106 m/s
- D. 1200 m/s
- E. 320 m/s

DM

Zadatak 11: Osnovna frekvencija stojnog vala na napetoj žici učvršćenoj na obama krajevima iznosi 340 Hz. Kolika je frekvencija prikazanog stojnog vala nastalog na istoj žici ?



- A. 68 Hz
- B. 340 Hz
- C. 850 Hz
- D. 1700 Hz

TABLICA 7. Odabir ponuđenih odgovora izražen u postocima za 10. i 11. zadatak 10.

	A	B	C	D	E
MEF (%)	4,1	56,4	15,6	7	20,1
DM (%)	19	30	24	28	-

Na maturi je samo 27% pristupnika točno riješilo zadatak 11, dok je na prijemnom ispitu u zadatku 10, 56,4 % učenika zaokružilo točan odgovor. Pogledamo li ponuđene distraktore mogli bi zaključiti da su učenici koji su odabrali distraktore rabili ispravan izraz, ali uvrštavajući duljinu žice, a ne vala.

6. Strujni krugovi

Usporedili smo zadatak 12 s državne mature i zadatak 13 s prijemnog ispita.

DM

Zadatak 12: Dva otpornika otpora 4Ω i 6Ω vezani su u seriju na izvor napona 12 V. Kolika se energija utroši na otporniku od 6Ω tijekom 1 minute? Zanimarite unutarnji otpor izvora.

- A. 288 J
- B. 432 J
- C. 518,4 J
- D. 1440 J

MEF

Zadatak 13: Strujni krug se sastoji od dvije paralelne grane vezane na izvor napona od 12 V. U jednoj grani se nalazi otpornik R_1 otpora 6Ω , a u drugoj su dva serijski spojena otpornika $R_2 = 4 \Omega$ i $R_3 = 8 \Omega$. Kolika je toplina proizvedena na otporniku R_1 tijekom vremenskog intervala od 3 s, ako se 50% električne energije pretvori u toplinu?

- A. 2 J
- B. 12 J
- C. 24 J
- D. 36 J
- E. 72 J

TABLICA 8. Odabir ponuđenih odgovora izražen u postocima za 12. i 13. zadatak.

	A	B	C	D	E
DM (%)	14	27	41	19	-
MEF (%)	9,9	18,8	16	47,7	9,9

Riješenost zadatka 12 s mature je 41 %, dok je riješenost zadatka s prijemnog nešto veća, 47,7 %. Naizgled podjednako, ali treba imati na umu da je zadatak s prijemnog ispita znatno veće složenosti.

Usporedbom rezultata po pojedinim zadacima vidljiva je znatno bolja riješenost pristupnika na prijemnom ispitu, iako se test piše kraće vrijeme, a uz test iz fizike pristupnici rješavaju i testove iz biologije i kemije. Smatramo da je to rezultat učeničkog ozbiljnog pristupa prijemnom ispitu uzrokovanog osobnom motivacijom, ali ujedno i pokazatelj da matura nije prezahtjevna. No, značaj provedbe državne mature iz fizike i prijemnog ispita za studij medicine u Zagrebu je velik što najbolje pokazuje činjenica da čak 95 % studenata prve godine medicine uspješno položi kolegij *Fizika i biofizika*.

ZAHVALA

Zahvaljujemo prof. dr.sc. Jasni Lovrić, predsjednici *Povjerenstva za upis na prvu godinu studija medicine* Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, na kontinuiranoj potpori.

LITERATURA

1. <https://mk0ncvvt6usx5xu4d.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2019/10/FIZIKA-2020.pdf>; pristupljeno 17.2.2021.
2. <https://mef.unizg.hr/upisi/diplomski/integrirani-preddiplomski-i-diplomski-studij-medicine/katalozi-znanja/fizika/>
3. J. Lovrić, F. Bulić Jakuš, S. Dolanski Babić i V. Damjanović, *Zadaci za upis na Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, novo izdanje u pripremi, 2021
4. Kehoe, Jerard, *Basic Item Analysis for Multiple-Choice Tests, Practical Assessment, Research and Evaluation*: Vol. 4 , Article 10, 1994
5. <https://www.ncvvo.hr/drzavna-matura-2019-2020-ljetni-rok-3/>; pristupljeno 17.2.2021.
6. <https://www.ncvvo.hr/statisticka-i-psiometrijska-analiza-ispita-drzavne-mature-u-sk-god-2019-2020/> pristupljeno 7.3.2021.