

Šolski center Celje  
Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo

# Uporaba umetne inteligence s programom PhotoPhysics

Računalništvo in fizika

Avtorji:  
Luka Šturbej, R-4. a  
Tevž Selčan, R-4. a

Mentor:  
Boštjan Lubej, dipl. inž. inf. in tehn. kom.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje  
Celje, marec 2024

## IZJAVA\*

Mentor Boštjan Lubej v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Uporaba umetne inteligence s programom PhotoPhysics, katere avtorja sta Tevž Selčan in Luka Šturbej:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 9.4.2024



Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

\*

### POJASNILO

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

## **DOVOLJENJE ZA OBJAVO AVTORSKE FOTOGRAFIJE V RAZISKOVALNI NALOGI**

Podpisana, Luka Šturbej in Tevž Selčan, izjavljava, da sva avtorfotografskega gradiva navedenega v priloženem seznamu in dovoljujema v skladu z 2. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, da se lahko uporabi pri pripravi raziskovalne naloge pod mentorstvom Boštjana Lubeja z naslovom Uporaba umetne inteligence s programom PhotoPhysics, katere avtorja sta Luka Šturbej in Tevž Selčan.

Dovoljujema tudi, da sme Osrednja knjižnica Celje vključeno fotografsko gradivo v raziskovalno nalogo objaviti na knjižničnih portalih z navedbo avtorstva v skladu s standardi bibliografske obdelave.

Celje, 6. 4. 2024

Podpis avtorjev:

## ZAHVALA

Zahvaljujeva se vsem, ki so na kakršenkoli način pomagali pri izdelavi raziskovalne naloge, saj le-ta brez vaše pomoči ne bi nastala, pa tudi če je šlo le za spodbudne besede, nasvete ali majhno idejo.

Posebej bi se rada zahvalila mentorju Boštjanu Lubeju za ves čas in trud, podporo ter vztrajnost, ki jo je vložil v izdelovanje raziskovalne naloge.

Zahvalila bi se tudi najini razredničarki, Tjaši Verdev, za spodbudo skozi dosedanja leta šolanja in za pregled ter lektoriranje raziskovalne naloge.

# UPORABA UMETNE INTELIGENCE S PROGRAMOM PHOTOPHYSICS

## Povzetek

Razvita aplikacija PhotoPhysics predstavlja inovativno rešitev za učenje fizike, saj se dijaki pri tem zahtevnem predmetu pogosto srečujejo z različnimi izzivi.. S poudarkom na optimizaciji učenja in zmanjšanju časa, porabljenega za učenje, aplikacija omogoča dijakom kvalitetnejšo obvladovanje snovi. Aplikacija omogoča kvalitetnejše učenje in reševanje nalog, saj s svojo razlago uporabniku zagotavlja jasen vpogled v kompleksne fizikalne koncepte. Integracija umetne inteligence, zlasti modela ChatGPT, prispeva k personalizirani in natančni razlagi, kar posledično olajšuje razumevanje.

**Ključne besede:** aplikacija PhotoPhysics, ChatGPT, fizika, umetna inteligenca.

# USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE WITH THE PHOTOPHYSICS PROGRAM

## Abstract

The developed application PhotoPhysics represents an innovative solution for learning physics, addressing challenges commonly faced by students in this demanding subject. Emphasizing learning optimization and time reduction, the application enables students to master the material more effectively. Facilitating enhanced learning and problem-solving, the application provides users with clear insights into complex physical concepts through its explanations. The integration of artificial intelligence, particularly the ChatGPT model, contributes to personalized and precise explanations, ultimately facilitating better comprehension.

**Keywords:** artificial intelligence, ChatGPT, PhotoPhysics application, physics.

## KAZALO

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1	Hipoteze .....	1
1.2	Metode raziskovanja .....	2
1.3	Struktura raziskovalnega dela .....	2
<b>2</b>	<b>FIZIKA</b> .....	<b>3</b>
2.1	Mehanika.....	3
2.2	Optika .....	3
2.3	Jedrska fizika.....	4
2.4	Astrofizika .....	4
<b>3</b>	<b>UMETNA INTELIGENCA</b> .....	<b>5</b>
3.1	Algoritmi umetne inteligence.....	5
3.1.1	Strojno učenje .....	5
3.1.2	Globoko učenje .....	6
3.1.3	Nevronske mreže .....	6
3.2	Modeli umetne inteligence .....	8
3.2.1	ChatGPT.....	8
3.2.1.1	GPT-3 .....	9
3.2.1.2	DALL-E 2 .....	9
3.2.1.3	Whisper.....	9
3.2.1.4	DeepL.....	9
3.2.1.5	GPT-J .....	9
3.2.1.6	Codex .....	10
3.2.1.7	GPT-4 .....	10
3.2.2	Bard .....	10
<b>4</b>	<b>PROGRAMSKA ORODJA IN PRIPOMOČKI</b> .....	<b>12</b>
4.1	Visual Studio Code .....	12
4.2	TypeScript.....	12
4.3	NestJS .....	13
4.4	NextJS .....	14
<b>5</b>	<b>PREDSTAVITEV SPLETNE APLIKACIJE PHOTOPHYSICS</b> .....	<b>15</b>
5.1	Opis delovanja Umetne inteligence v spletni aplikaciji PhotoPhysics .....	18
<b>6</b>	<b>PREGLED REZULTATOV</b> .....	<b>19</b>
6.1	ChatGPT Online .....	19
6.2	Bard .....	20
6.3	GPT 3.5 turbo .....	21
6.4	GPT 4 .....	22
6.5	GPT 4 z specifičnimi navodili .....	23
6.6	Ugotovitve .....	24

7	ANALIZA HIPOTEZ.....	25
8	POGLED V PRIHODNOST .....	26
9	ZAKLJUČEK.....	27
10	VIRI IN LITERATURA.....	28
11	PRILOGE.....	29



## KAZALO SLIK

Slika 1: Delovanje nevronske mreže, vir: <a href="https://www.monitor.si/clanek/racunalniki-se-ucijo/171558/">https://www.monitor.si/clanek/racunalniki-se-ucijo/171558/</a> (pridobljeno: februar 2024) .....	7
Slika 2: Pogovor z ChatGPT. ....	8
Slika 3: Pogovor z Bardom. ....	11
Slika 4: Visual Studio Code logotip, vir: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/Visual_Studio_Code_1.35_icon.svg/2048px-Visual_Studio_Code_1.35_icon.svg.png">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/Visual_Studio_Code_1.35_icon.svg/2048px-Visual_Studio_Code_1.35_icon.svg.png</a> (pridobljeno: februar 2024).....	12
Slika 5: TypeScript logotip, vir: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typescript_logo_2020.svg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typescript_logo_2020.svg</a> (pridobljeno: februar 2024). ....	13
Slika 6: NestJS logotip, vir: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NestJS.svg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NestJS.svg</a> (pridobljeno: februar 2024). ....	13
Slika 7: NextJS logotip, vir: <a href="https://iconduck.com/icons/94662/nextjs">https://iconduck.com/icons/94662/nextjs</a> (pridobljeno: februar 2024). ....	14
Slika 8: Prva stran spletne aplikacije PhotoPhysics.....	15
Slika 9: Prijavno okno .....	16
Slika 10: Registracijsko okno .....	16
Slika 11: Prva stran po prijavi.....	17
Slika 12: Pogovorno okno z umetno inteligenco .....	18

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Prikaz uspeha modela ChatGPT. ....	19
Graf 2: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom ChatGPT. ....	20
Graf 3: Prikaz uspeha modela Bard.....	20
Graf 4: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom Bard. ....	21
Graf 5: Prikaz uspeha modela GPT 3.5 turbo.....	21
Graf 6: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom GPT 3.5 turbo. ....	22
Graf 7: Prikaz uspeha modela GPT 4.....	22
Graf 8: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom GPT 4. ....	23
Graf 9: Prikaz uspeha modela GPT 4 z specifičnimi navodili. ....	23
Graf 10: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom GPT 4 z specifičnimi navodili. ....	24

# 1 UVOD

Razumevanje fizike na osnovni in srednješolski ravni velikokrat predstavlja izziv za dijake, saj zahteva ne le temeljito razumevanje teoretičnih konceptov, temveč tudi veščine reševanja nalog. Številni dijaki se soočajo s težavami pri reševanju nalog, kar se odraža v slabših ocenah, kljub njihovem trudu in predanosti predmetu. Nekateri iščejo pomoč pri inštruktorjih, da bi premagali te težave.

Fizika se osredotoča na razumevanje enačb in zakonitosti, ki so ključne pri njihovi uporabi. Pomembno je tudi, da posameznik ve, kdaj in kako uporabiti določeno enačbo v konkretnem kontekstu naloge. Težava se pogosto pojavi pri izbiri pravilne enačbe, kjer zvezek ali učbenik ne nudita vedno potrebne pomoči. Iskanje rešitev na spletu pa je lahko zamudno in ne zagotavlja vedno pravilne rešitve.

Pri premagovanju teh izzivov lahko učinkovito pomaga aplikacija PhotoPhysics. S pomočjo umetne inteligence in natančnih navodil uporabnikom omogoča enostavno reševanje in pojasnjevanje nalog na najrazumljivejši način.

## 1.1 Hipoteze

Za raziskovalno nalogo sva postavila naslednje hipoteze:

- 1) Osnovni model umetne inteligence ChatGPT 3.5 bo izmed 100 nalog 50 % uspešen.
- 2) Umetna inteligenca Bard bo pravilno rešila več nalog kot osnovni model ChatGPT 3.5.
- 3) Težje naloge iz fizike bodo rešljive s specifičnimi navodili.
- 4) Specifična navodila bodo rešljivost nalog izboljšala v primerjavi z osnovnimi navodili.
- 5) Aplikacija bo s pomočjo umetne inteligence podala rešitev, ki je neizkušenemu človeškemu faktorju ne bo treba preverjati.

## 1.2 Metode raziskovanja

Za pripravo raziskovalne naloge in izdelavo aplikacije sva imela veliko strokovnih virov, ki sva jih našli na spletu, saj so tam objavljene najnovejše ter najobsežnejše raziskave.

## 1.3 Struktura raziskovalnega dela

V raziskovalni nalogi je predstavljena fizika kot znanstvena veda in umetna inteligenca, kako deluje ter kateri modeli umetne inteligence so bili uporabljeni za izdelavo raziskovalne naloge in aplikacije. V nadaljevanju je predstavljeno, kako umetno inteligenco prilagodimo našim potrebam in jo nato uporabimo v aplikaciji. Na koncu pa je predstavljena in opisana izdelana aplikacija ter kako bo umetna inteligenca vplivala na razvoj tehnologije v prihodnosti.

## 2 FIZIKA

Fizika je znanstvena veda, ki se ukvarja s preučevanjem naravnih pojavov in njihovih zakonitosti. Njena glavna naloga je opisati in razumeti fenomene, ki se pojavljajo v našem vsakdanjem življenju, kot so gibanje, energija, sila, snov, prostor in čas. Fiziko delimo na več vej, vsaka izmed njih se ukvarja s specifičnim področjem.

(Šturbej Luka, Selčan Tevž, 2023, Načini učenja fizike z aplikacijo PhotoPhysics, pridobljeno 1. marec 2024)

### 2.1 Mehanika

Mehanika je veja fizike, ki se ukvarja z opisovanjem in razumevanjem gibanja teles v prostoru in času. To vključuje študij gibanja, tako trdnih kot tekočih teles, kot tudi raziskave interakcij med telesi, kot so sile, energija in impulz. Mehanika se razdeli na klasično mehaniko, ki opisuje gibanje teles v navadnem prostoru in času, ter relativistično in kvantno mehaniko, ki opisujeta gibanje teles v okoljih z visoko hitrostjo ter energijo. (Šturbej Luka, Selčan Tevž, 2023, Načini učenja fizike z aplikacijo PhotoPhysics, pridobljeno 1. marec 2024)

### 2.2 Optika

Optika se ukvarja z raziskovanjem in opisovanjem svetlobe ter njenih interakcij s telesi. To vključuje raziskovanje lastnosti svetlobe, kot so valovna dolžina, frekvenca, polarizacija in refrakcija, kot tudi interakcije s telesi, kot so refleksija, absorpcija in difrakcija. Optika igra pomembno vlogo v mnogih tehnologijah, kot so fotografija, laserska tehnologija, optični komunikacijski sistemi in optični instrumenti, kot so mikroskopi ter teleskopi. (Šturbej Luka, Selčan Tevž, 2023, Načini učenja fizike z aplikacijo PhotoPhysics, pridobljeno 1. marec 2024)

### 2.3 Jedrska fizika

Jedrska fizika se ukvarja z raziskovanjem atomov. To vključuje študij lastnosti atomskih jeder, kot so njihova masa, elektronska struktura, energijske ravni in radioaktivnost, kot tudi interakcije med njimi, kot so jedrske reakcije ter jedrske sile. Jedrska fizika ima številne pomembne aplikacije, vključno z raziskavami jedrskih reaktorjev, jedrskih bomb in jedrske medicinske tehnologije. Poleg tega jedrska fizika igra ključno vlogo pri razumevanju vesolja in njegove zgodovine, saj se z jedrskimi reakcijami dogajajo procesi, kot so sinteza elementov v zvezdah ter supernovah. (Šturbej Luka, Selčan Tevž, 2023, Načini učenja fizike z aplikacijo PhotoPhysics, pridobljeno 1. marec 2024)

### 2.4 Astrofizika

Astrofizika se ukvarja z raziskovanjem vesolja in vsebin v njem. To vključuje raziskovanje zvezd, planetov, galaksij, črnih lukenj, nevtronskih zvezd, vesoljskega prahu, gama žarkov in drugih astronomskih pojavov. Astrofiziki uporabljajo teorije in modele iz več ved, kot so fizika, matematika, astronomija, inženirstvo ter druge, da bi razumeli in opisali naravo vesolja. Astrofizika igra pomembno vlogo pri razumevanju zgodovine vesolja, njegove strukture, sestave in evolucije ter raziskovanju zunanjega vesolja in potencialnih zunanjih svetov. (Šturbej Luka, Selčan Tevž, 2023, Načini učenja fizike z aplikacijo PhotoPhysics, pridobljeno 1. marec 2024)

## 3 UMETNA INTELIGENCA

Umetna inteligenca predstavlja področje računalništva, ki se osredotoča na razvoj sistemov, s katerimi izvajamo naloge, ki običajno zahtevajo človeško inteligenco. Njen glavni cilj je ustvariti sisteme, ki delujejo podobno ali boljše kot človeški možgani. Sem spadajo sposobnosti, kot so učenje, razumevanje jezika, reševanje različnih nalog in problemov, zaznavanje okolja ter raznih predmetov in odločanje.

### 3.1 Algoritmi umetne inteligence

#### 3.1.1 Strojno učenje

Strojno učenje je veja umetne inteligence in računalništva, ki se osredotoča na razvoj algoritmov ter metod, s katerimi lahko računalniki sami pridobivajo znanje iz različnih podatkov, brez da se zanašajo na predhodne informacije. Algoritmi nato adaptivno izboljšujejo svojo učinkovitost s konstantnim povečevanjem vhodnih podatkov, ki jih analizirajo.

Zaradi velike količine dostopnih podatkov strojno učenje postaja ena izmed ključnih tehnik pri reševanju problemov na področju računalniškega vida, procesiranja slik in procesiranja naravnega jezika.

Delovanje algoritma lahko razdelimo na 3 glavne dele. V odločitvenem procesu algoritem oceni vzorce vhodnih podatkov, to lahko naredi tako, da uporabi oznako, ki pa ni potrebna. V drugem delu, ki se imenuje funkcija napake, algoritem opravi oceno modela, zlasti njegovo natančnost, če so znani tudi drugi primeri modelov. V zadnjem delu, procesu optimizacije, algoritem prilagodi vrednosti uteži modela in s tem poskusi izboljšati natančnost modela.

Metoda nadzorovanega učenja uporablja podatke, ki imajo že dodeljeno oznako, zato lahko model že na začetku prilagodi uteži modela za boljši rezultat. Nasprotno od prejšnje metode lahko algoritem uporabi podatke brez oznak in tako sam odkriva neznane vzorce brez človeškega posredovanja.

### 3.1.2 Globoko učenje

Globoko učenje poskuša simulirati delovanje človeških možganov tako, da zbira podatke za izdelavo napovedi z naraščajočo natančnostjo. Čeprav je to podskupina strojnega učenja, ta uporablja globoke arhitekture nevronske mreže z več plastmi. Zaradi uporabe kompleksnih nevronske mreže lahko z uporabo globokega učenja dosežemo in v nekaterih primerih celo presežemo zmogljivost človeških možganov. Praviloma so uporabljene za prepoznavo govora, besedila in učenja na lastnih izkušnjah.

### 3.1.3 Nevronske mreže

Nevronske mreže so kompleksne strukture, sestavljene iz različnih ravni vozlišč, ki so med seboj povezani. Vključujejo vhodno ravnino, eno ali več skritih ravni, in izhodno raven. Po ustreznem učenju s podatki lahko postanejo močno orodje, še posebej za hitro razvrščanje obsežnih skupin podatkov.

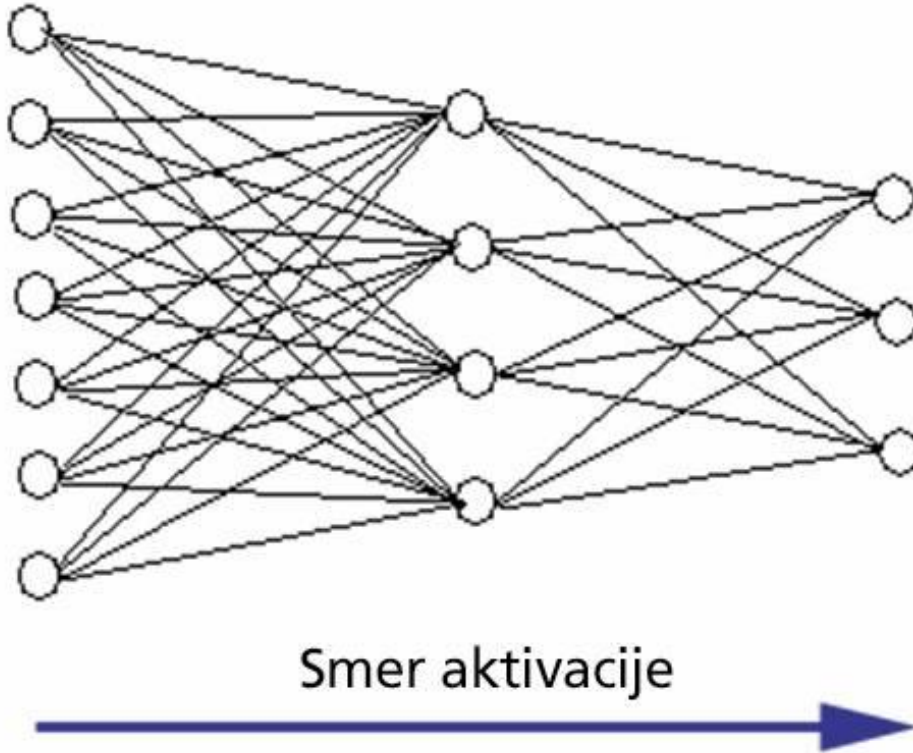
Nevroni so osnovni gradniki nevronske mreže, ki imajo več različno utežnih vhodov in en izhod ter so med seboj povezani. Uteži vhodov se spreminjajo in prilagajajo glede na učenje nevronske mreže. Z utežmi določamo pomembnost posameznih spremenljivk. Le-te z višjimi vrednostmi prispevajo večjo vrednost k izhodu, kot pa spremenljivke z manjšo vrednostjo. Če izhodna vrednost preseže vrednost pragu, določena na začetku procesa, se vrednost prenese v naslednji nevron, drugače se vrednost zavrže.

Poznamo veliko različnih tipov nevronske mreže. Najstarejše nevronske mreže so bile preproste, saj so imele le enega ali par nevronov, sedaj pa poznamo mreže z več sto nevroni, ki so bolj kompleksne in se uporabljajo za napoved prihodnjih izidov, na primer vrednost delnic in kripto valut.

Vhodni  
nevroni

Skrita plast

Izhod



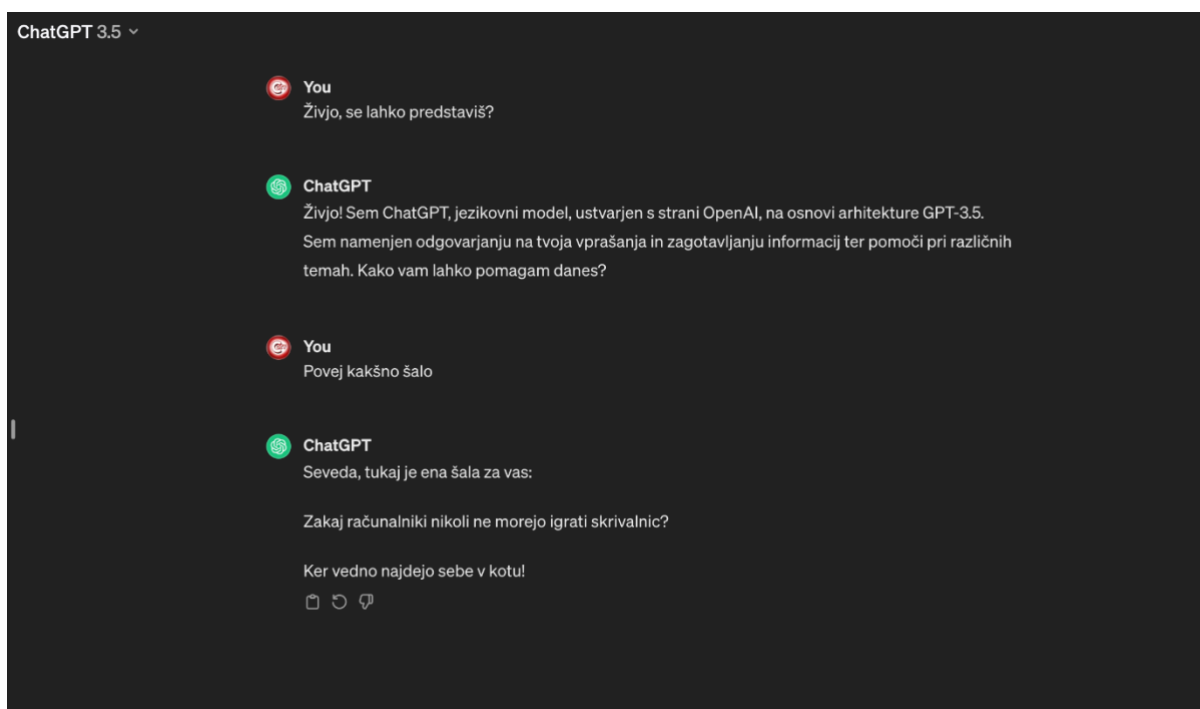
Slika 1: Delovanje nevronske mreže, vir: <https://www.monitor.si/clanek/racunalniki-se-ucijo/171558/> (pridobljeno: februar 2024)



## 3.2 Modeli umetne inteligence

### 3.2.1 ChatGPT

ChatGPT je jezikovni model, razvit s strani podjetja OpenAI, ki temelji na strukturi GPT-3.5 (Generative Pre-trained Transformer 3.5). Gre za napreden model globokega učenja, ki je naučen na velikem obsegu raznolikih jezikovnih podatkov. Glavna prednost ChatGPT-ja je sposobnost generiranja naravnega jezika, kar pomeni, da lahko ustvarja odgovore, ki zvenijo kot nekaj, kar bi napisal človek.



Slika 2: Pogovor s ChatGPT

ChatGPT se je učil na velikem naboru jezikovnih podatkov, s čimer je pridobil razumevanje jezikovnih struktur, slovnice, pomena besed in konteksta. Prav tako se uči sproti, ko se z njim pogovarjajo uporabniki. Pred kratkim je OpenAI dodal možnost za nastavljanje posebnih navodil, ki jih bo ChatGPT uporabljal, ko nam bo generiral odgovore na naša vprašanja.

Danes se ta jezikovni model umetne inteligence uporablja v raznolike namene, kot so na primer pomoč uporabnikom, izobraževanje in reševanje problemov, pomoč pri programiranju, ustvarjanje vsebin ter kot virtualni pomočnik.

#### 3.2.1.1 GPT-3

GPT-3 je eden največjih in najmočnejših jezikovnih modelov na svetu. Uporablja se lahko za ustvarjanje besedil, prevajanje jezikov, pisanje različnih vrst ustvarjalnih vsebin in odgovarjanje na vaša vprašanja na informativen način.

#### 3.2.1.2 DALL-E 2

DALL-E 2 je generativni model slik, ki lahko ustvari realistične slike iz besedilnih opisov. Uporablja se lahko za ustvarjanje umetniških del, ilustracij, logotipov in še veliko več.

#### 3.2.1.3 Whisper

Whisper je model za prepoznavanje govora, ki lahko prepisuje govor v besedilo z izjemno natančnostjo. Uporablja se lahko za transkripcijo zvočnih posnetkov, videoposnetkov in celo telefonskih klicev.

#### 3.2.1.4 DeepL

DeepL je eden najnatančnejših modelov za prevajanje na svetu. Podpira prevajanje med več kot 26 jeziki in se lahko uporablja za prevajanje besedil, dokumentov in spletnih strani.

#### 3.2.1.5 GPT-J

GPT-J je večji in močnejši jezikovni model kot GPT-3. Uporablja se lahko za razumevanje besedil, odgovarjanje na vprašanja in sklepanje.

#### 3.2.1.6 Codex

Codex je model za generiranje kode, ki lahko ustvarja kodo iz besedilnih opisov. Uporablja se lahko za pisanje programov, avtomatizacijo nalog in še veliko več.

#### 3.2.1.7 GPT-4

GPT-4 je zasnovan tako, da je bolj ustvarjalen in sodelovalen kot prejšnje verzije. Lahko ustvarja, ureja in sodeluje z uporabniki pri nalogah kreativnega ter tehničnega pisanja, kot so pisanje pesmi, scenarijev ali celo učenje uporabnikovega pisnega sloga. Sposoben je obdelati več kot 25.000 besed besedila, kar omogoča uporabo v primerih, kot so ustvarjanje dolgih vsebin, razširjeni pogovori in iskanje ter analiza dokumentov.


#### 3.2.2 Bard

Bard je velik jezikovni model, razvit s strani podjetja Google, in s tem konkurenca ChatGPT-ju. Učen je na ogromnem naboru kode in besedil. S tem lahko ustvarja različne besedilne formate, kot so pesmi, scenariji, koda, e-pošta in pisma. Od ChatGPT-ja se razlikuje v tem, da ima dostop do trenutnih informacij in interneta, ChatGPT pa je omejen na podatke, na katerih je bil naučen, ti pa segajo le do leta 2022.

V nalogi smo uporabljali Bard, kasneje se je preimenoval v Gemini.



Povej kakšno šalo.

Prikaži osnutke 



Zakaj so ribje palčke tako pametne?

Ker so panirane!

Ali pa:

Kaj je rumeno in nevaren?

Bananavzgon!

Ali pa:

Zakaj je piknik na Marsu tako težak?

Ker je težko prinesiti vse tiste palčke za žar!

Upam, da so ti šale všeč!

Slika 3: Pogovor z Bardom

## 4 PROGRAMSKA ORODJA IN PRIPOMOČKI

V nadaljevanju so predstavljena vsa orodja, pripomočki in programski jeziki, ki so bili uporabljeni pri izdelavi raziskovalne naloge.

### 4.1 Visual Studio Code

Za integrirano razvojno okolje sva uporabila Visual Studio Code, odprtokodni program razvit s strani podjetja Microsoft, ki je bil izdan leta 2015. Je eden najbolj poznanih in uporabljenih programov za urejanje in pisanje kode. (Šturbej Luka, Selčan Tevž, 2023, Načini učenja fizike z aplikacijo PhotoPhysics, pridobljeno 1. marec 2024)



Slika 4: Visual Studio Code logotip, vir:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/Visual\\_Studio\\_Code\\_1.35\\_icon.svg/2048px-Visual\\_Studio\\_Code\\_1.35\\_icon.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9a/Visual_Studio_Code_1.35_icon.svg/2048px-Visual_Studio_Code_1.35_icon.svg.png) (pridobljeno: februar 2024)

### 4.2 TypeScript

TypeScript je programski jezik, ki predstavlja nadgradnjo jezika JavaScript. Razvit je bil s strani podjetja Microsoft, z namenom odpraviti pomanjkljivosti JavaScripta. TypeScript ponuja podporo za uporabo različnih podatkovnih tipov, kar pomeni, da lahko razvijalci določijo tipe podatkov za spremenljivke in funkcije. To pomaga pri odkrivanju napak in nam s tem skrajša čas, ki ga porabimo za razvijanje aplikacije. TypeScript se na koncu pretvori v JavaScript, zato ga lahko uporabljamo kjerkoli, kjer je uporabljen JavaScript.



Slika 5: TypeScript logotip, vir: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typescript\\_logo\\_2020.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typescript_logo_2020.svg) (pridobljeno: februar 2024)

### 4.3 NestJS

NestJS je ogrodje za razvoj spletnih strežnikov v programskem jeziku TypeScript. Uporablja se za gradnjo zanesljivih in modularnih strežnikov s poudarkom na organizaciji kode. Je zelo uporabno, saj ohranja konsistenco v kodi, tudi če na njej dela več razvijalcev.



Slika 6: NestJS logotip, vir: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NestJS.svg> (pridobljeno: februar 2024)

## 4.4 NextJS

NextJS je odprtokodno ogrodje za aplikacije, ki podpirajo ReactJS in omogoča nalaganje spletne strani na strani strežnika, kjer se koda varno obdela ter pošlje na uporabnikovo stran. To pripomore k hitrejšemu in odzivnejšemu uporabniškem vmesniku ter uporabniški izkušnji. Ima pa tudi že vgrajen sistem za navigacijo po spletni strani, ki deluje na principu zavirkov kode.

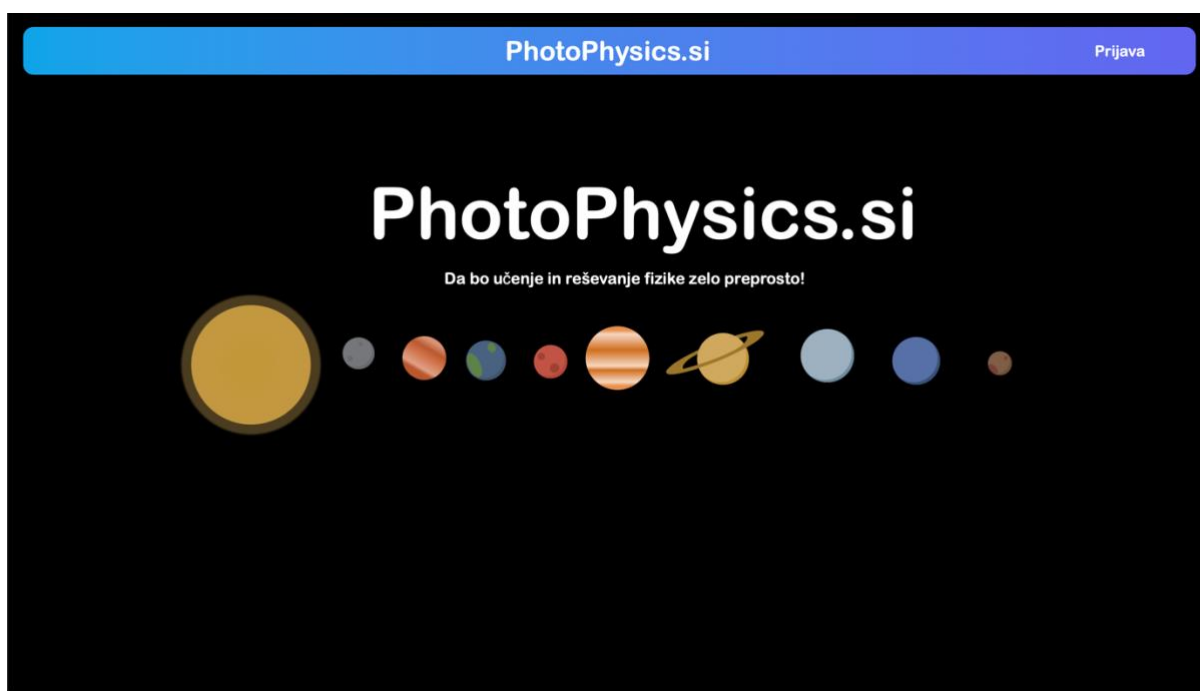


Slika 7: NextJS logotip, vir: <https://iconduck.com/icons/94662/nextjs> (pridobljeno: februar 2024)

## 5 PREDSTAVITEV SPLETNE APLIKACIJE PHOTOPHYSICS

Namen spletne aplikacije PhotoPhysics je pomoč pri reševanju nalog in učenju fizike. Umetna inteligenca odgovori na zastavljeno vprašanje, najprej napiše povzetek naloge in nato reši nalogo z vsemi postopki ter na koncu preveri svoj rezultat in zapiše odgovor.

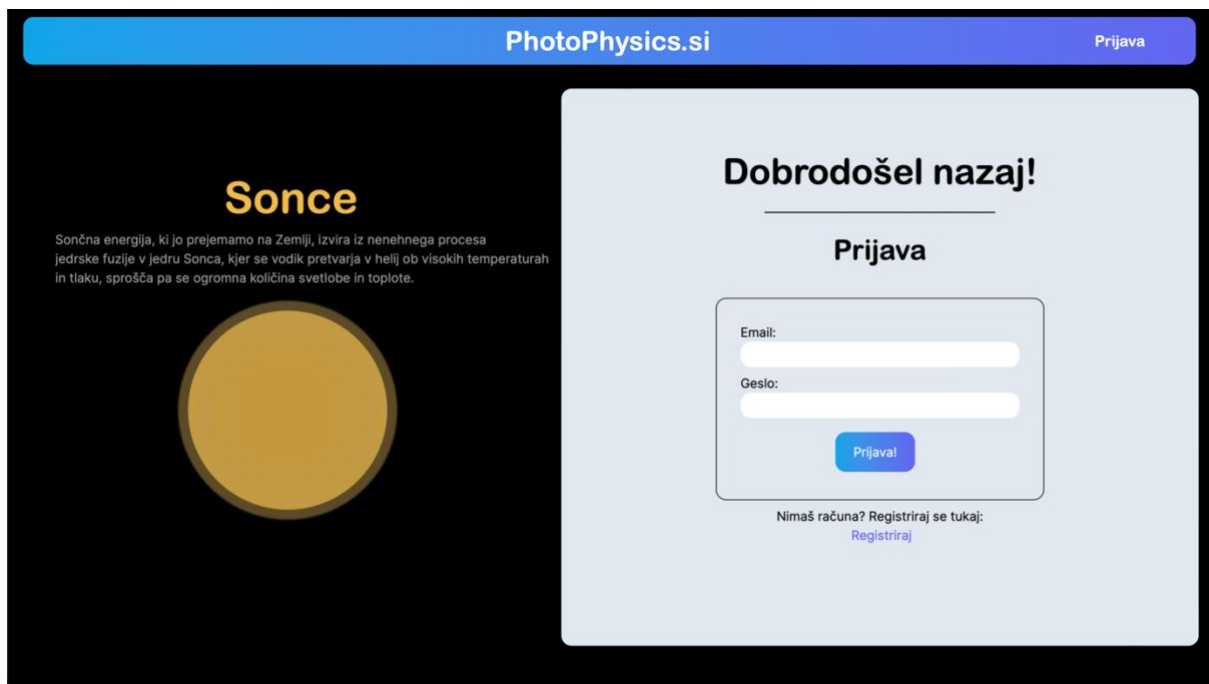
Uporabniki se morajo za uporabo spletne aplikacije prijaviti. S klikom na gumb »prijava« se jim odpre okno za prijavo.



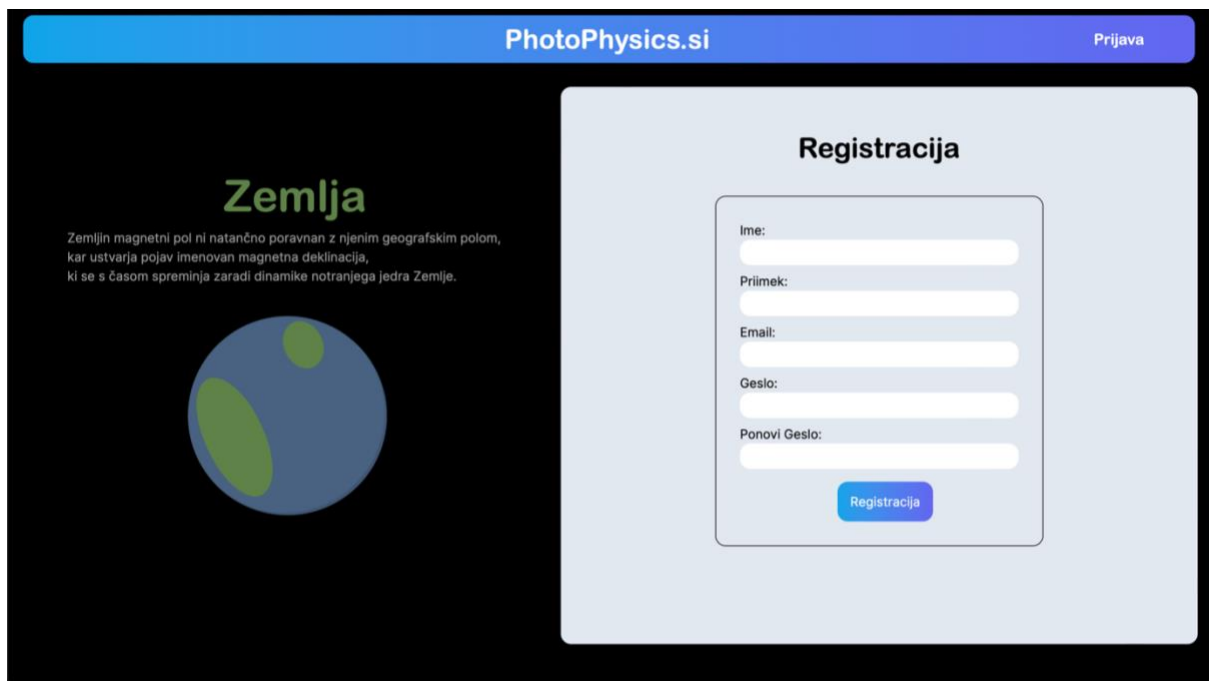
*Slika 8: Prva stran spletne aplikacije PhotoPhysics*

Pred prvo prijavo se je potrebno registrirati. To storimo tako, da pod obrazcem kliknemo na gumb »registriraj«. Za registracijo je potrebno vnesti ime, priimek, e-poštni naslov, geslo in ponovljeno geslo. Pomembno je, da pri registraciji vpišete pravilen e-poštni naslov. Geslo mora vsebovati vsaj eno veliko in eno malo črko, eno številko ter biti daljše od petih znakov. Za prijavo je potrebno nato vpisati samo e-poštni naslov in geslo.



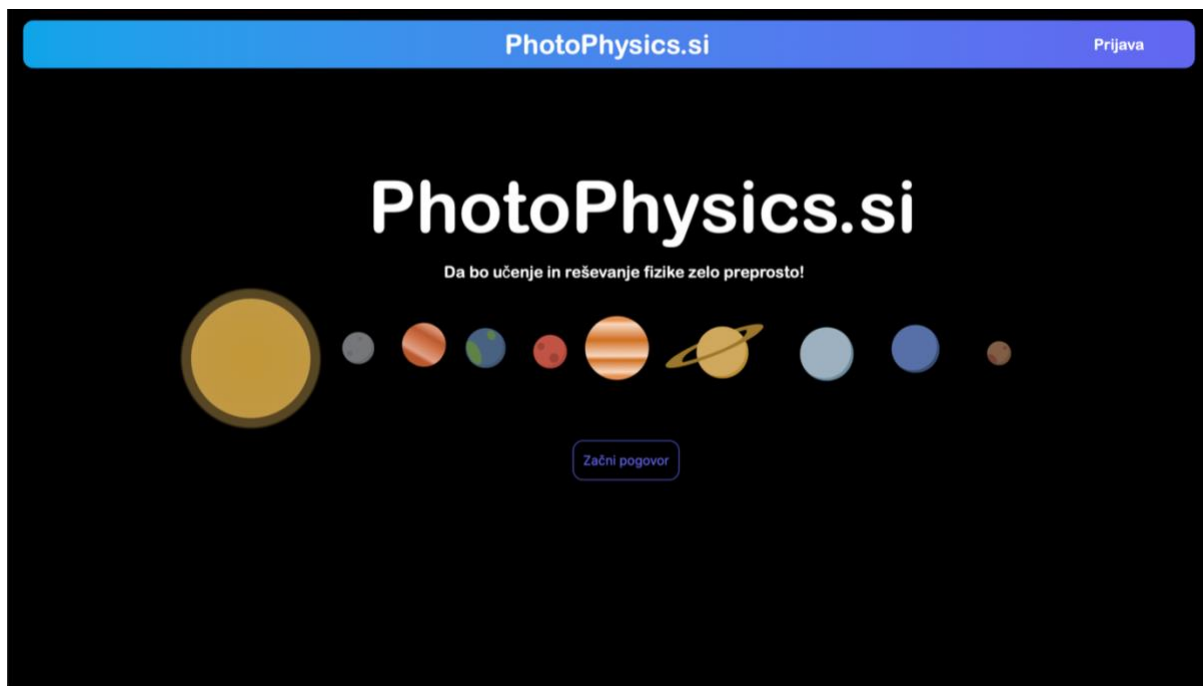


Slika 9: Prijavno okno



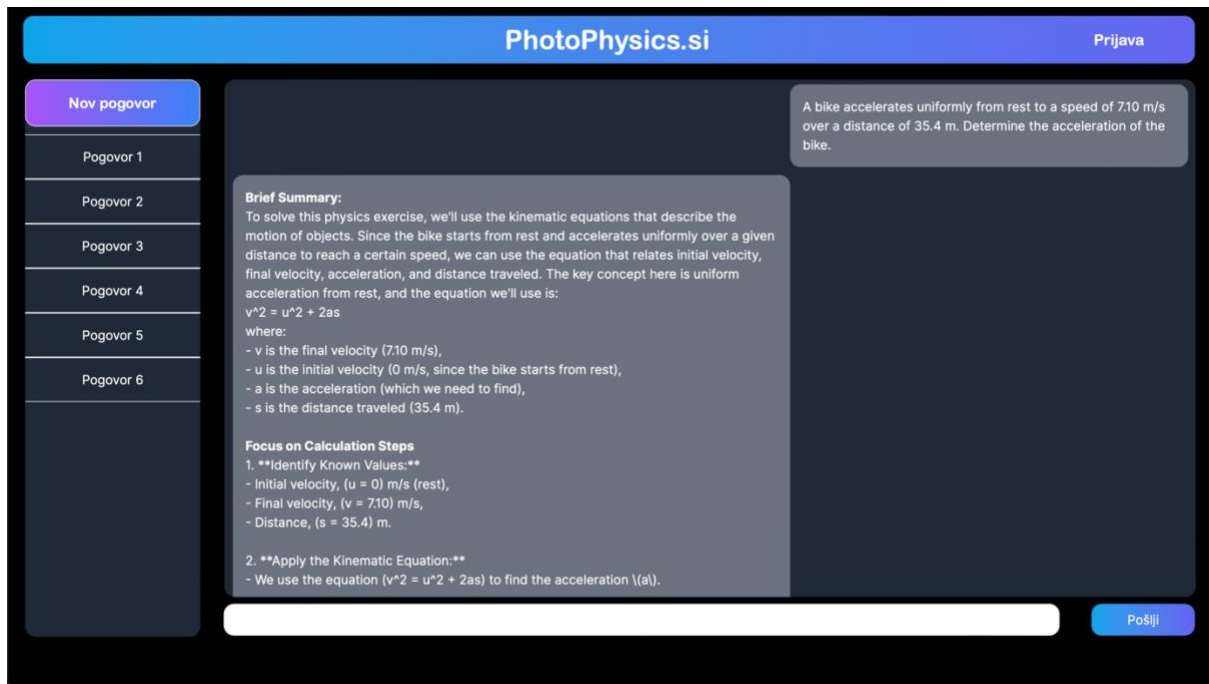
Slika 10: Registracijsko okno

Po prijavnem postopku se na začetni strani pojavi gumb z imenom »začni pogovor«. S klikom na le-tega lahko začnemo pogovor z umetno inteligenco.



Slika 11: Prva stran po prijavi

Umetno inteligenco je mogoče vprašati o katerem koli vprašanju, povezanem s fiziko, in bo zagotovila podroben odgovor. Ta odgovor je sestavljen iz več korakov. Sprva predstavi postopek reševanja naloge, pojasni potrebno enačbo in razloži pomen ter vrednost posameznega simbola. Nato izvede rešitev naloge, izračuna končni rezultat in nazadnje preveri pravilnost izračuna. Pri odpiranju tega okna se najprej prikaže prazen pogovor, ki še ni shranjen, dokler ne prejme vprašanja od uporabnika. Uporabnik ima možnost izbire med prejšnjimi pogovori, kjer je zabeležena zgodovina njegovih komunikacij.



Slika 12: Pogovorno okno z umetno inteligenco

## 5.1 Opis delovanja Umetne inteligence v spletni aplikaciji PhotoPhysics

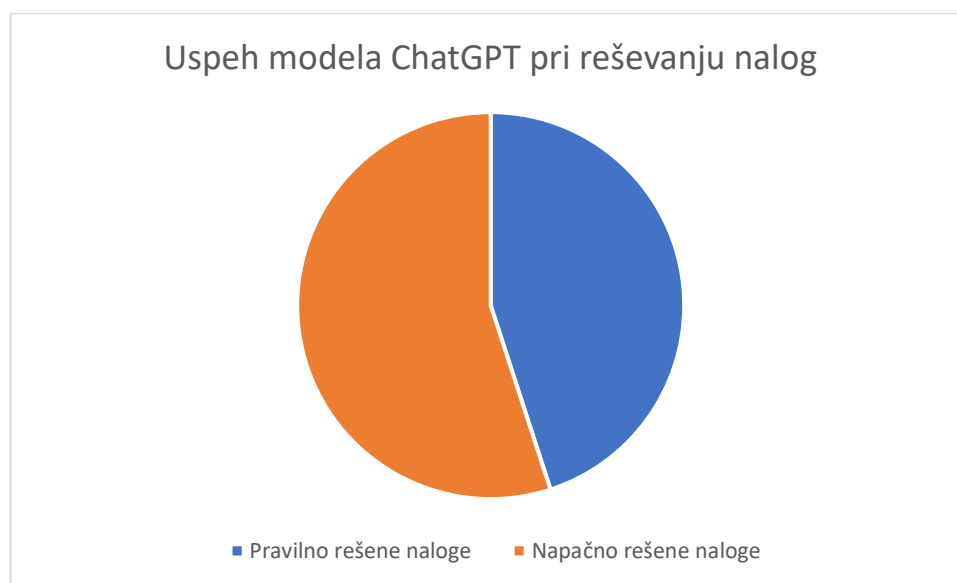
Spletna aplikacija izkorišča umetno inteligenco ChatGPT prek API-klica. Ob klicu tega API-ja umetna inteligenca prejme dodatna navodila o tem, kako naj pristopi k reševanju določene naloge, skupaj s specifičnimi znanji, ki jih bo potrebovala. Poleg teh navodil so na voljo tudi posebne nastavitve, ki so optimizirane za učinkovito reševanje in razlago nalog ter snovi s področja fizike.

## 6 PREGLED REZULTATOV

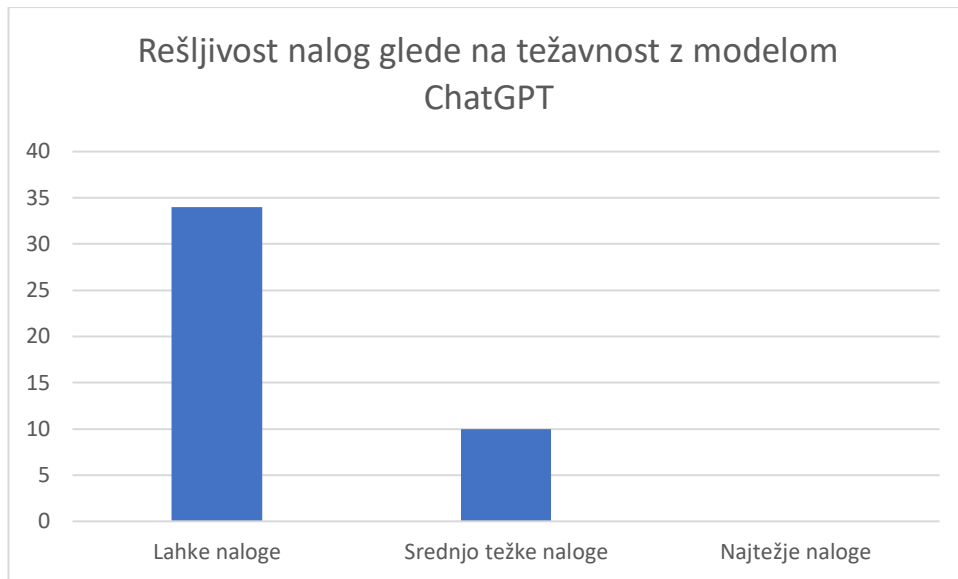
Poiskali smo 100 nalog iz fizike, ki so imele podane rešitve in jih razporedili po težavnosti. S tem smo naloge ločili na 37 lažjih, 38 srednje težkih in 25 težjih nalog. Nato smo te naloge podali štirim umetnim inteligencam (ChatGPT Online, Bard, GPT 3.5 turbo in ChatGPT 4), da jih rešijo. Rezultate rešenih nalog smo nato primerjali z že podanimi rešitvami.

### 6.1 ChatGPT Online

Izmed 100 nalog jih je pravilno rešil 44. Pravilno rešene naloge se delijo na 34 lahkkih in 10 srednje težkih nalog.



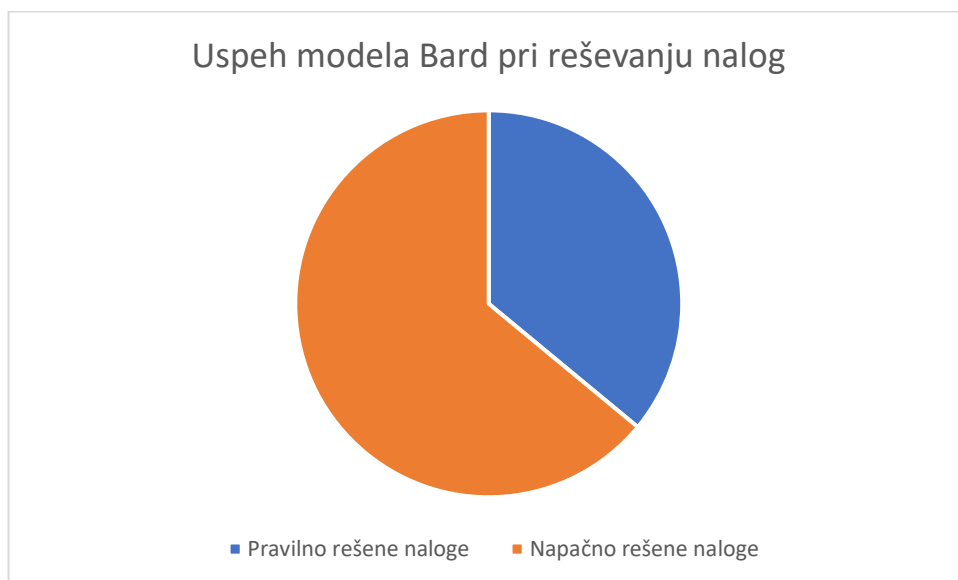
Graf 1: Prikaz uspeha modela ChatGPT



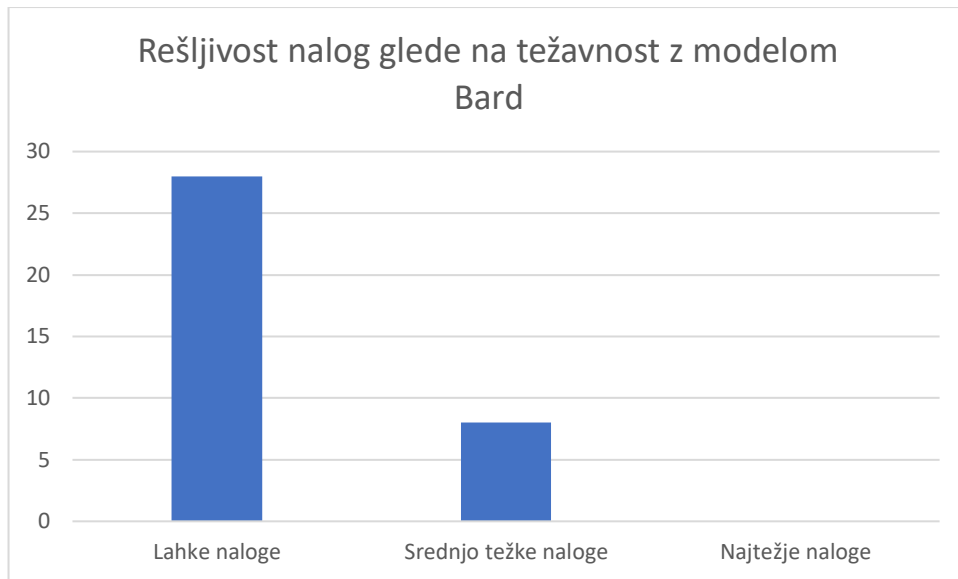
Graf 2: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom ChatGPT

## 6.2 Bard

Izmed vseh nalog je Bard pravilno rešil 28 lahkih in 8 srednje težkih nalog.



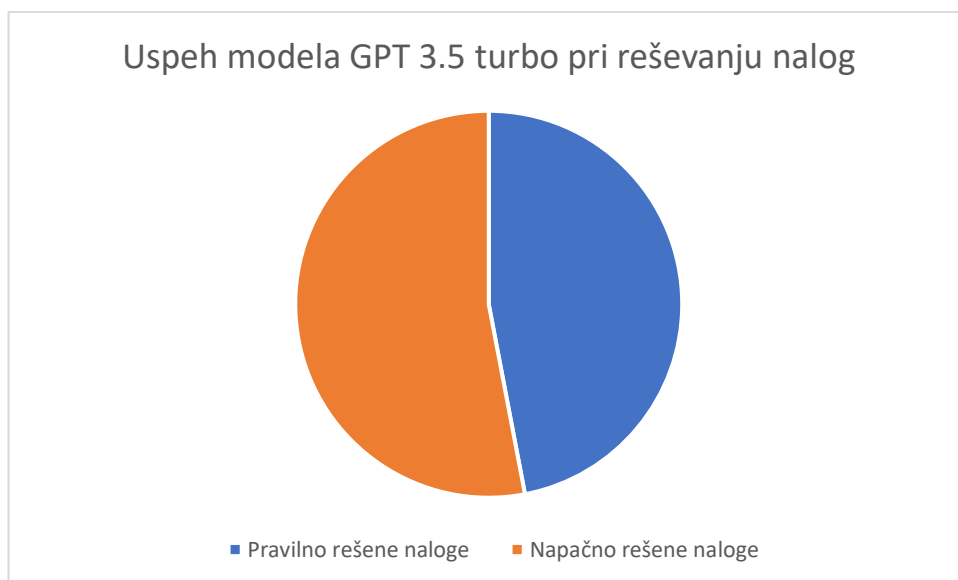
Graf 3: Prikaz uspeha modela Bard



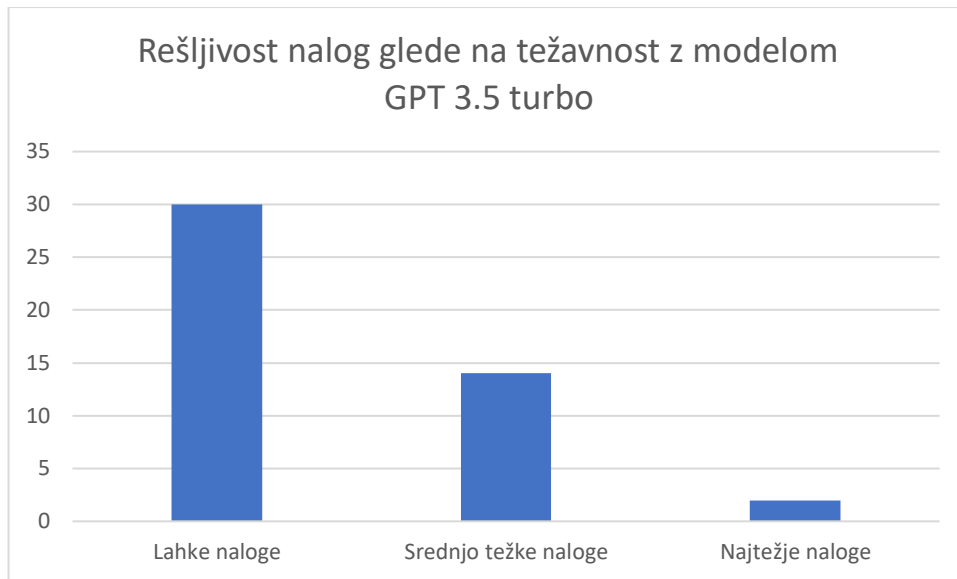
Graf 4: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom Bard

### 6.3 GPT 3.5 turbo

ChatGPT 3.5 turbo jih je pravilno rešil 46, med temi je bilo 30 nalog lahkih, 14 srednje težavnosti ter 2 težji nalogi.



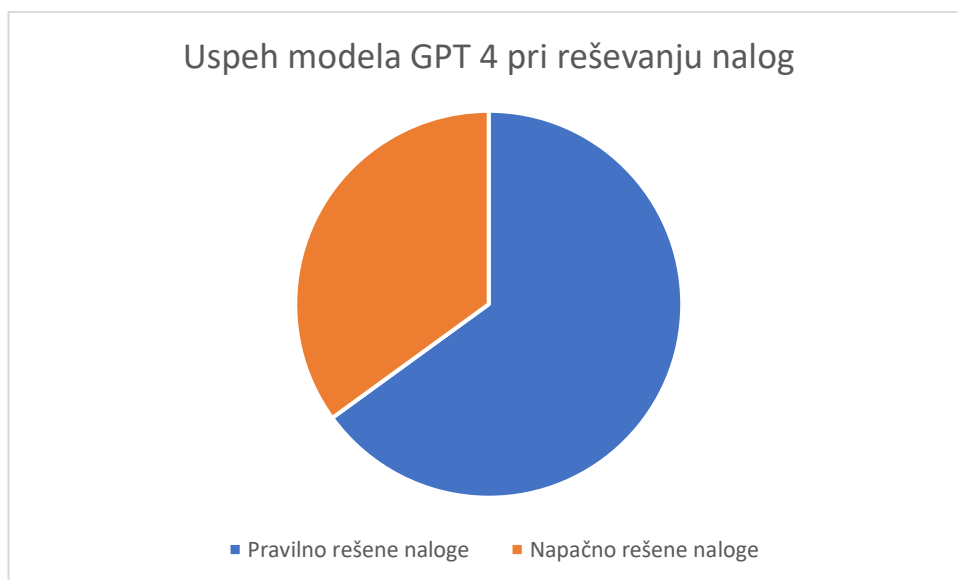
Graf 5: Prikaz uspeha modela GPT 3.5 turbo



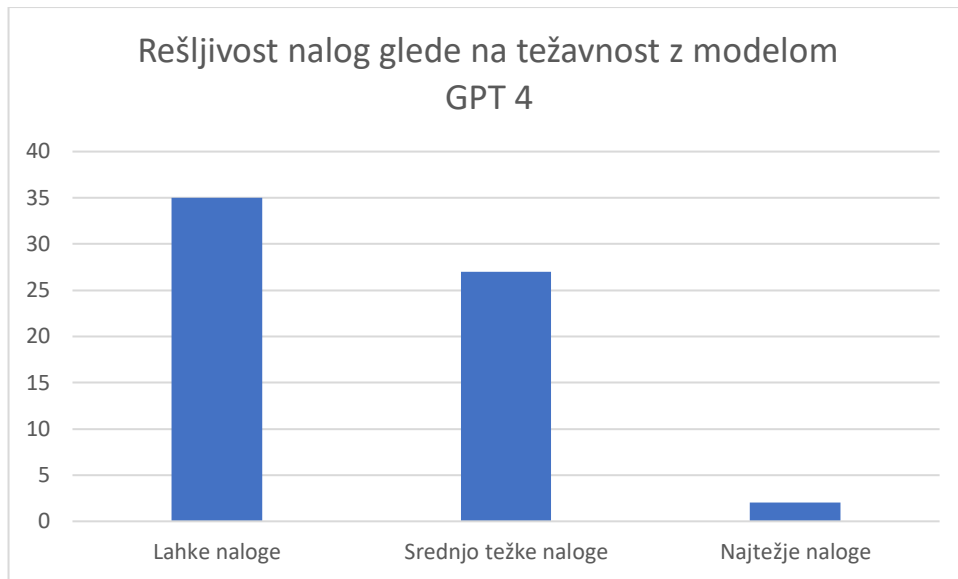
Graf 6: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom GPT 3.5 turbo

## 6.4 GPT 4

ChatGPT 4 je izmed 100 nalog pravilno rešil 64 nalog, izmed teh je bilo 35 lahkih, 27 srednje težavnosti in 2 težji.



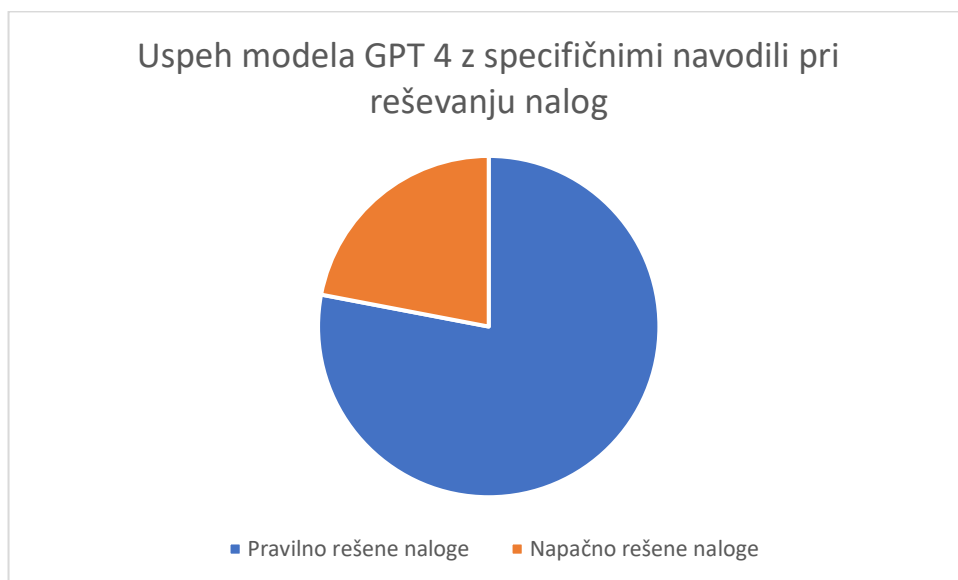
Graf 7: Prikaz uspeha modela GPT 4



Graf 8: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom GPT 4

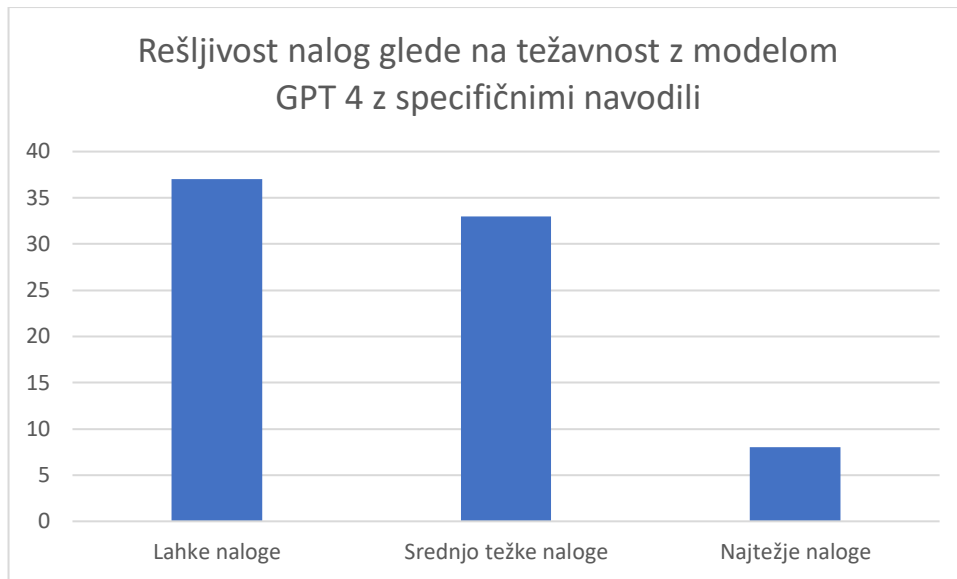
## 6.5 GPT 4 z specifičnimi navodili

Umetna inteligenca s specifičnimi navodili je izmed vseh nalog pravilno rešila 78 nalog. Rešil je vse naloge v lahki kategoriji, 33 srednje težavnosti in 8 najtežjih nalog.



Graf 9: Prikaz uspeha modela GPT 4 z specifičnimi navodili





Graf 10: Prikaz rešljivosti nalog glede na težavnost z modelom GPT 4 z specifičnimi navodili

## 6.6 Ugotovitve

Na podlagi pridobljenih rezultatov je bilo ugotovljeno, da noben od uporabljenih modelov ni uspel uspešno rešiti vseh nalog, ne glede na njihovo težavnostno stopnjo. Posebej slabo so se izkazali pri reševanju zahtevnih nalog, kar pa je bilo pričakovano glede na kompleksnost teh izzivov. Iz teh ugotovitev se zdi, da umetna inteligenca brez natančnih in specifičnih navodil ni zanesljiva pri reševanju raznolikih nalog.

## 7 ANALIZA HIPOTEZ

Naša prva hipoteza, da bo osnovni model umetne inteligence GPT 3.5 uspešno rešil 50 % od 100 nalog, je bila ovržena. Raziskava je pokazala, da je GPT 3.5 pravilno rešil le 44 % nalog, kar smo jasno opazili v rezultatih, navedenih v naši raziskovalni nalogi. To je bilo presenečenje, saj smo pričakovali, da bo model z dostopom do interneta sposoben pravilno rešiti več nalog.

Druga hipoteza, da bo umetna inteligenca Bard pravilno rešila več nalog kot osnovni model ChatGPT 3.5, je bila ovržena. Bard je med 100 nalogami pravilno rešil le 36 nalog, kar je bilo najmanjše število pravilno rešenih nalog v primerjavi z drugimi modeli umetne inteligence.

Hipotezo »Težje naloge iz fizike bodo rešljive s specifičnimi navodili.« smo potrdili, saj nista ChatGPT Online in Bard pravilno rešila nobene izmed težjih nalog, GPT 3.5 Turbo in GPT 4 pa sta pravilno rešila 2 nalogi. S specifičnimi navodili je GPT 4 pravilno rešil 8 težkih nalog.

Četrto hipotezo »Specifična navodila bodo rešljivost nalog izboljšala v primerjavi z osnovnimi navodili.« smo lahko potrdili, saj je GPT 4 s specifičnimi navodili rešil 78 nalog, GPT 4, pri katerem pa ni bilo navedenih nobenih navodil, pa je rešil 64 nalog. Iz tega je razvidno, da lahko navodila povečajo procent reševanja nalog za vsaj 14 %.

Zadnja hipoteza, ki je predvidevala, da bo aplikacija s pomočjo umetne inteligence zagotavljala rešitve, ki ne bodo zahtevale preverjanja s strani neizkušenega človeškega faktorja, se je izkazala za neustrezno. Kljub naprednim sposobnostim umetne inteligence, kot jih ponuja GPT-4, nismo dosegli 100-odstotne uspešnosti pri reševanju nalog, niti ob predhodno podanih specifičnih navodilih. Posledično smo bili prisiljeni vsako nalogo še dodatno preveriti sami, kar pomeni, da aplikacija ni bila v celoti zanesljiva v avtonomnem zagotavljanju natančnih rešitev.

## 8 POGLED V PRIHODNOST

Aplikacija PhotoPhysics ima velik potencial za nadgradnjo, zlasti z implementacijo funkcionalnosti prepoznavanja besedila. S trenutnimi zmožnostmi aplikacije bi dodatek te funkcije omogočil uporabnikom, da naloge slikajo, nato pa bi jih program avtomatično prepoznal in rešil. To bi bistveno pospešilo proces, hkrati pa zmanjšalo potrebo po ročnem vnašanju podatkov, kar bi uporabnikom prihranilo čas in povečalo učinkovitost uporabe aplikacije.

Za izboljšanje rešljivosti nalog s pomočjo aplikacije PhotoPhysics bi lahko razvili bolj specifična in natančnejša navodila, ki bi pomagala ChatGPT-ju bolje razumeti želje uporabnikov. Na primer, navodila bi lahko vključevala smernice o tem, kako želimo, da aplikacija identificira in razloži določene korake reševanja, posebne fizikalne koncepte ali zahtevane formule.

Z dodatno specifikacijo, kateri vidiki naloge so ključni za uporabnika, bi lahko zagotovili bolj ciljano in prilagojeno odgovarjanje aplikacije. Poleg tega bi lahko v navodilih dali jasna merila za razlago rešitev, kar bi pomagalo pri boljšem razumevanju uporabnikovih potreb. Na primer, lahko bi zahtevali, da aplikacija uporabi določen koncept ali izraz v svoji razlagi, da bi zagotovili željeno stopnjo podrobnosti ali kompleksnosti.

V smeri širjenja dosega in omogočanja širšemu krogu uporabnikov bi bilo smiselno razviti aplikacijo PhotoPhysics za obe najpogosteje uporabljani operacijski sistemski platformi, torej iOS ter Android. S tem bi aplikacija postala dostopna na večini pametnih telefonov in tablic, kar bi omogočilo uporabnikom, da jo enostavno uporabljajo na svojih napravah ne glede na operacijski sistem.

## 9 ZAKLJUČEK

V sklopu raziskovalne naloge sva razvila in implementirala aplikacijo, ki predstavlja celostno rešitev za reševanje nalog iz fizike z uporabo umetne inteligence, natančneje modela ChatGPT. Backend, zasnovan v okviru NestJS, omogoča uporabnikom registracijo, prijavo in pošiljanje nalog, ki jih nato rešuje ChatGPT. Pomembno je poudariti, da sva v sklopu posredovanja nalog ChatGPT-ju prav tako posredovala tudi specifična navodila, ki sva jih razvila, s čimer sva želela povečati verjetnost uspešne rešitve naloge.

Pri razvoju frontenda sva se soočala z različnimi izzivi, predvsem v smislu, kako oblikovati uporabniku prijazen vmesnik in vključiti funkcije, ki bi uporabnikom olajšale pošiljanje ter spremljanje nalog. Odločitve o funkcionalnostih so bile narekovane s ciljem, da zagotoviva intuitivnost in enostavnost uporabe ter omogočiva uporabnikom učinkovito upravljanje z aplikacijo.

Pri oblikovanju navodil za ChatGPT sva se srečala z izzivom, kako napisati najboljše smernice, ki bi povečale verjetnost uspešne rešitve naloge. Z optimizacijo specifičnih navodil sva dosegla opazno izboljšanje v uspešnosti reševanja, še posebej v zahtevnejših nalogah. To poudarja pomen prilagajanja navodil specifičnostim problema in nenehnega prilagajanja ter optimizacije navodil za izboljšanje učinkovitosti.

Celoten proces razvoja aplikacije nama je predstavil veliko izzivov, s katerimi se srečujejo razvijalci pri ustvarjanju učinkovitih rešitev za uporabnike. Hkrati pa sva potrdila, da je vključevanje umetne inteligence, kot je ChatGPT, v reševanje nalog v izobraževalnem kontekstu obetavna pot za izboljšanje izkušenj uporabnikov in povečanje učinkovitosti učenja.

## 10 VIRI IN LITERATURA

- [1] Sas, „Artificial Intelligence What it is and why it matters,“ [Elektronski]. Available: [https://www.sas.com/en\\_us/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html](https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html). [Poskus dostopa 1. marec 2024].
- [2] E. unija, „Kaj je umetna inteligenca in kako se uporablja v praksi?,“ 26. marec 2021. [Elektronski]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/topics/sl/article/20200827STO85804/kaj-je-umetna-inteligenca-in-kako-se-uporablja-v-praksi>. [Poskus dostopa 1. marec 2024].
- [3] Amazon, „What is Deep Learning?,“ [Elektronski]. Available: <https://aws.amazon.com/what-is/deep-learning/>. [Poskus dostopa 1. marec 2024].
- [4] Vidabytes, „Kaj je Typescript? Spoznajte zgodovino jezika!,“ 16. marec 2022. [Elektronski]. Available: <https://vidabytes.com/sl/que-es-typescript/>. [Poskus dostopa 1. marec 2024].
- [5] L. Š. Tevž Selčan, „NAČINI UČENJA FIZIKE Z APLIKACIJO PHOTOPHYSICS,“ 2023.

## 11 PRILOGE

1. An airplane accelerates down a runway at  $3.20 \text{ m/s}^2$  for  $32.8 \text{ s}$  until it finally lifts off the ground. Determine the distance traveled before takeoff. Answer:  $d = 1720 \text{ m}$
2. Upton Chuck is riding the Giant Drop at Great America. If Upton free falls for  $2.60$  seconds, what will be his final velocity and how far will he fall? Answers:  $d = 33.1 \text{ m}$  and  $v_f = 25.5 \text{ m/s}$
3. A race car accelerates uniformly from  $18.5 \text{ m/s}$  to  $46.1 \text{ m/s}$  in  $2.47$  seconds. Determine the acceleration of the car and the distance traveled. Answers:  $a = 11.2 \text{ m/s}^2$  and  $d = 79.8 \text{ m}$
4. A feather is dropped on the moon from a height of  $1.40$  meters. The acceleration of gravity on the moon is  $1.67 \text{ m/s}^2$ . Determine the time for the feather to fall to the surface of the moon. Answer:  $t = 1.29 \text{ s}$
5. Rocket-powered sleds are used to test the human response to acceleration. If a rocket-powered sled is accelerated to a speed of  $444 \text{ m/s}$  in  $1.83$  seconds, then what is the acceleration and what is the distance that the sled travels? Answers:  $a = 243 \text{ m/s}^2$  and  $d = 406 \text{ m}$
6. A bike accelerates uniformly from rest to a speed of  $7.10 \text{ m/s}$  over a distance of  $35.4 \text{ m}$ . Determine the acceleration of the bike. Answer:  $a = 0.712 \text{ m/s}^2$
7. An engineer is designing the runway for an airport. Of the planes that will use the airport, the lowest acceleration rate is likely to be  $3 \text{ m/s}^2$ . The takeoff speed for this plane will be  $65 \text{ m/s}$ . Assuming this minimum acceleration, what is the minimum allowed length for the runway? Answer:  $d = 704 \text{ m}$
8. A kangaroo is capable of jumping to a height of  $2.62 \text{ m}$ . Determine the takeoff speed of the kangaroo. Answer:  $v_i = 7.17 \text{ m/s}$
9. A baseball is popped straight up into the air and has a hang-time of  $6.25 \text{ s}$ . Determine the height to which the ball rises before it reaches its peak. (Hint: the time to rise to the peak is one-half the total hang-time.) Answer:  $d = 48.0 \text{ m}$
10. The observation deck of tall skyscraper  $370 \text{ m}$  above the street. Determine the time required for a penny to free fall from the deck to the street below. Answer:  $t = 8.69 \text{ s}$
11. It was once recorded that a Jaguar left skid marks that were  $290 \text{ m}$  in length. Assuming that the Jaguar skidded to a stop with a constant acceleration of  $-3.90 \text{ m/s}^2$ , determine the speed of the Jaguar before it began to skid. Answer:  $v_i = 47.6 \text{ m/s}$
12. A plane has a takeoff speed of  $88.3 \text{ m/s}$  and requires  $1365 \text{ m}$  to reach that speed. Determine the acceleration of the plane and the time required to reach this speed. Answer:  $a = 2.86 \text{ m/s}^2$  and  $t = 30.8 \text{ s}$
13. A dragster accelerates to a speed of  $112 \text{ m/s}$  over a distance of  $398 \text{ m}$ . Determine the acceleration (assume uniform) of the dragster. Answer:  $a = 15.8 \text{ m/s}^2$
14. A ball has a mass of  $2 \text{ kg}$ , suppose it travels at  $10 \text{ m/s}$ . Find the kinetic energy possessed by it. Answer:  $K.E = 100 \text{ J}$
15. Suppose a  $10 \text{ kg}$  mass was kept at  $20 \text{ m}$  height. Now, this block is dropped. Find out the velocity of the block just before it hits the ground. Answer:  $v = 20 \text{ m/s}$
16. Suppose a rock of  $100 \text{ kg}$  was kept at  $80 \text{ m}$  height. Now, this block is dropped. Find out the velocity of the block just before it hits the ground. Answer:  $v = 40 \text{ m/s}$
17. Find the elastic potential energy stored in the spring with  $k = 50 \text{ N/m}$  when the spring is compressed by  $0.2 \text{ m}$ . Answer:  $P.E = 1 \text{ J}$

18. Find the elastic potential energy stored in the spring with  $k = 100 \text{ N/m}$  when the spring is compressed by  $0.1 \text{ m}$ . Answer: P.E =  $0.5 \text{ J}$
19. Find the elastic potential energy stored in the spring with  $k = 100 \text{ N/m}$  when the spring is stretched to  $0.5 \text{ m}$  from its natural length of  $1 \text{ m}$ . Answer: P.E =  $12.5 \text{ J}$
20. A spring with spring constant  $k = 100 \text{ N/m}$  was initially compressed by  $x = 0.4 \text{ m}$ , after that, it was released and stopped at  $x = 0.2 \text{ m}$  compression. Find the work done by the restoring force in this process. Answer: W.D =  $6 \text{ J}$
21. A river is flowing from west to east at a speed of  $10.0 \text{ km/h}$ . A boat's speed in the water is  $20.0 \text{ km/h}$ . If the boat is pointing straight north, and is blown off course, the new speed of the boat relative to the shore would be: Answer:  $22.4 \text{ km/h}$
22. A mass of  $5.00 \text{ kg}$  is moving at a constant speed of  $10.0 \text{ m/s}$ . A force of  $200.0 \text{ N}$  then acts on the mass for  $2.00 \text{ s}$ . The new speed of the mass is: Answer:  $90.0 \text{ m/s}$
23. The speed of an object moving with uniform circular motion of radius  $15.0 \text{ m}$  with a frequency of  $4.00 \text{ Hz}$  is which of the following? Answer:  $377 \text{ m/s}$
24. A car accelerates uniformly from rest to a speed of  $27.8 \text{ m/s}$  over a time of  $8.5 \text{ seconds}$ . Determine the acceleration of the car and the distance it travels during this time. Answer:  $a = 3.26 \text{ m/s}^2$ ,  $d = 118.3 \text{ m}$
25. A ball is thrown vertically upwards with an initial velocity of  $15 \text{ m/s}$ . Determine the maximum height it reaches and the time it takes to reach that height. (Neglect air resistance) Answer: max height =  $11.47 \text{ m}$ , time to reach max height =  $1.53 \text{ s}$
26. A rocket is launched vertically upwards from rest and accelerates uniformly at  $20 \text{ m/s}^2$  for  $8 \text{ seconds}$ . Determine the velocity of the rocket and the height it reaches during this time. Answer: final velocity =  $160 \text{ m/s}$ , height reached =  $640 \text{ m}$
27. A stone is thrown horizontally off a cliff with a velocity of  $15 \text{ m/s}$ . If it takes  $3 \text{ seconds}$  to reach the ground, determine the height of the cliff. Answer: height of the cliff =  $67.5 \text{ m}$
28. A roller coaster initially travels at a speed of  $10 \text{ m/s}$ . If it accelerates at a rate of  $2 \text{ m/s}^2$  for  $6 \text{ seconds}$ , determine its final velocity. Answer:  $v_f = 22 \text{ m/s}$
29. The object is moving uniformly with a velocity  $v = 10 \text{ m/s}$ . How much distance does it cover in the time interval  $t = 10 \text{ s}$ ? How much time  $t_1$  is needed to cover a distance  $s_1 = 5 \text{ km}$ ? Answer:  $s = vM = 100 \text{ m}$ ,  $t_1 = S_1/V = 500 \text{ s}$
30. With what constant force ( $F$ ) must a horse pull a sled with mass  $m = 500 \text{ kg}$  to slide uniformly with a velocity  $v = 2 \text{ m/s}$  on a horizontal road? The coefficient of sliding friction is  $k_1 = 0.04$ . What is the power ( $P$ ) of the horse? How much work ( $A$ ) is done along a distance  $x = 2 \text{ km}$ ? Answer:  $F = F_1 = k_1 mg = 196 \text{ N}$ ,  $P = Fv = 390 \text{ W}$ ,  $A = Fx = 390 \text{ kJ}$ .
31. A tractor pulls a log with a speed of  $v_1 = 50 \text{ km/h}$  on a horizontal road; the coefficient of sliding friction is  $k_1 = 0.1$ . Then it moves onto a worse road with a coefficient of sliding friction  $k_2 = 0.2$ . What is the speed it travels on the worse road if the power remains unchanged? Answer:  $v = 25 \text{ km/h}$ .
32. A locomotive pulls a freight train with a constant force  $F = 60 \text{ kN}$  on a horizontal track, causing it to move at a constant velocity  $v = 72 \text{ km/h}$ . With what power ( $P$ ) does it pull? How much work ( $A$ ) is done in a time of  $t = 10 \text{ min}$ ? Answer:  $P = Fv = 1.2 \text{ MW}$ ,  $A = Pt = 200 \text{ kWh}$ .
33. With what initial velocity ( $v_0$ ) do we need to push the sled on a horizontal surface in order for it to stop at a distance of  $x = 48 \text{ m}$ ? The sliding friction force slows down the

sled, which is equal to  $p = 6$  percent of the sled's weight. Air resistance is neglected.  
Answer:  $v_0 = 7.5$  m/s

34. How many ( $n$ ) times is the average translational kinetic energy of oxygen molecules at a temperature of  $T_1 = +200$  °C greater than at a temperature of  $T_2 = -100$  °C? Answer:  $n = 2.7$
35. We travel the first section of the journey to the sea at a speed of 120 km/h, and the second section at a speed of 80 km/h. The lengths of the sections are 100 km and 50 km. How long does the journey take? Answer:  $t = 87.5$  min
36. A projectile with a mass of 30 g hits a tree trunk with a speed of 400 m/s and stops at a depth of 8 cm from the edge. What is the average force acting on the tree trunk during the projectile's deceleration? Answer:  $F = 30$  kN
37. A projectile with a mass of 5 g collides with a ballistic pendulum with a mass of 1 kg and gets stuck in it. After the collision, the pendulum starts moving together with the projectile with a speed of 2.5 m/s. What was the velocity of the projectile? Answer:  $v_0 = 502.5$  m/s
38. A car starts from rest and accelerates uniformly over a time of 5.21 seconds for a distance of 110 m. Determine the acceleration of the car. Answer:  $a = 8.10$  m/s/s
39. A car traveling at 22.4 m/s skids to a stop in 2.55 s. Determine the skidding distance of the car (assume uniform acceleration). Answer:  $d = 28.6$  m
40. If Michael Jordan has a vertical leap of 1.29 m, then what is his takeoff speed and his hang time (total time to move upwards to the peak and then return to the ground)? Answer:  $v_i = 5.03$  m/s and hang time = 1.03 s (except for in sports commercials)
41. A bullet leaves a rifle with a muzzle velocity of 521 m/s. While accelerating through the barrel of the rifle, the bullet moves a distance of 0.840 m. Determine the acceleration of the bullet (assume a uniform acceleration). Answer:  $a = 1.62 \cdot 10^5$  m/s/s
42. A bullet is moving at a speed of 367 m/s when it embeds into a lump of moist clay. The bullet penetrates for a distance of 0.0621 m. Determine the acceleration of the bullet while moving into the clay. (Assume a uniform acceleration.) Answer:  $a = -1.08 \cdot 10^6$  m/s/s
43. A stone is dropped into a deep well and is heard to hit the water 3.41 s after being dropped. Determine the depth of the well. Answer:  $d = -57.0$  m (57.0 meters deep)
44. With what speed in miles/hr ( $1$  m/s = 2.23 mi/hr) must an object be thrown to reach a height of 91.5 m (equivalent to one football field)? Assume negligible air resistance. Answer:  $v_i = 94.4$  mi/hr
45. A ball has a mass of 10Kg, suppose it travels at 100m/s. Find the kinetic energy possessed by it. Answer:  $K.E = 50000$ J
46. A spaceship has a mass of 20000Kg, suppose it travels at 10m/s. Find the kinetic energy possessed by it. Answer:  $K.E = 10^6$  J
47. Work done by a force on a moving object is 100J. It was traveling at a speed of 2 m/s. Find the new speed of the object if the mass of the object is 2Kg. Answer:  $v = \sqrt{104}$  m/s
48. Work done by a force on a moving object is -50J. It was traveling at a speed of 10m/s. Find the new speed of the object if the mass of the object is 2Kg. Answer:  $v = 5 \cdot \sqrt{2}$  m



49. Suppose a 1000Kg was traveling at a speed of 10m/s. Now, this mass transfers all its energy to a mass of 10Kg. What will be the velocity of the 10Kg mass after being hit by it? Answer:  $v = 100 \text{ m/s}$
50. Suppose a 10Kg was traveling at a speed of 100m/s. Now, this mass transfers all its energy to a mass of 20Kg. What will be the velocity of the 20Kg mass after being hit by it? Answer:  $v = 50 * \text{sqr}(2) \text{ m}$
51. Find the elastic potential energy stored in the spring with  $k = 100 \text{ N/m}$  when the spring is stretched to 0.1m from its natural length of 0.5m. Answer:  $P.E = 8 \text{ J}$
52. A spring with spring constant  $k = 20 \text{ N/m}$  was initially compressed by  $x = 0.5\text{m}$ , after that, it was released and stopped at  $x = 0.1\text{m}$  compression. Find the work done by the restoring force in this process. Answer:  $W.D = 2.4\text{J}$
53. A mass makes 20.0 revolutions in a time of 4.00 s in a circle of radius 10.0 m. The velocity of the mass is. Answer:  $314 \text{ m/s}$  tangent to the circle
54. A 15.0 kg load of groceries is lifted up from the first floor to the fifth floor of an apartment building. Each floor is 5.00 m high. The potential energy of the groceries with respect to the second floor is. Answer:  $2.20 * 10^3$
55. An object is moving at 2.50 m/s [E]. At a time 3.00 seconds later the object is travelling at 1.50 m/s [E]. What was the displacement during this 3.00 second time interval? Answer:  $6.00 \text{ m [E]}$
56. The car first drives a distance of  $s_1 = 1 \text{ km}$  at a constant speed  $v_1 = 72 \text{ km/h}$ , and then a distance of  $s_2 = 2 \text{ km}$  at a constant speed  $v_2 = 60 \text{ km/h}$ . What is the average speed ( $v$ ) for the entire journey of  $s_1 + s_2$ ? Answer:  $v = 63.5 \text{ km/h}$
57. At what height ( $h$ ) above the Earth's surface is the gravitational acceleration  $n = 4$  times smaller than at the surface? The radius of the Earth is  $R = 6370 \text{ km}$ . Answer:  $h = 6370 \text{ km}$
58. Forces  $F_1 = 30 \text{ N}$  and  $F_2 = 10 \text{ N}$  act in opposite directions on an object with mass  $m = 20 \text{ kg}$ . In which direction does the object accelerate and what is the acceleration ( $a$ )? What is the velocity ( $v_1$ ) after a time  $t_1 = 10 \text{ s}$  from the start of the forces, if the object was initially at rest?
59. What distance ( $x_1$ ) does the object cover in this time? At time  $t_1$ , the stronger force  $F_1$  stops acting. How does the object continue to move? Where (at a distance  $x_2$  from the origin) and when (after a time  $t_2$  from the start) does the object come to a stop? After how much time ( $t_3$  from the start) does it reach the origin again? The object accelerates in the direction of the stronger force  $F_1$  with an acceleration  $a = (F_1 - F_2) / m = 20 \text{ N} / 20 \text{ kg} = 1 \text{ m/s}^2$  Answer:  $v_1 = 10 \text{ m/s}$ ,  $x_1 = 50 \text{ m}$
60. With what force ( $F$ ) should we push an object with mass  $m = 50 \text{ kg}$  to travel a distance  $x = 100 \text{ m}$  in time  $t = 10 \text{ s}$ ? The initial velocity is zero. Friction is negligible. Answer:  $F = 100 \text{ N}$
61. With what force ( $F$ ) and in which direction should we act on an object with mass  $m = 0.5 \text{ kg}$  for it to orbit with a constant angular velocity  $w = 120/\text{s}$  around a circle with radius  $R = 0.5 \text{ m}$ ? What should we do to bring the object to a stop with uniform deceleration after a time  $t = 10 \text{ s}$  from the start of deceleration? Answer:  $F = 3.6 \text{ kN}$ ,  $F_1 = 3 \text{ N}$
62. A ball with mass  $m = 0.5 \text{ kg}$  and velocity  $v = 10 \text{ m/s}$  at an angle  $a = 30^\circ$  with respect to the wall hits the wall and rebounds elastically (with the same magnitude of velocity and at the same angle as it approached). What is the change in momentum of the ball upon rebound? Answer: The change in momentum is  $G = 5 \text{ kgm/s}$ .

63. From a cannon (mass  $M = 750 \text{ kg}$ ) we fire a grenade with mass  $m = 4 \text{ kg}$  and kinetic energy  $W_1 = 0.72 \text{ MJ}$ . With how much kinetic energy ( $W_2$ ) does the cannon recoil? Answer:  $W_2 = 3.8 \text{ kJ}$
64. From the top of a slope with length  $x = 30 \text{ m}$  and inclination  $\epsilon = 5^\circ$ , we push an object with initial velocity  $v_0 = 3 \text{ m/s}$ . What is the velocity ( $v$ ) of the object at the bottom of the slope? Friction and air resistance are neglected. Answer:  $v = 7.8 \text{ m/s}$
65. We describe the harmonic oscillation of a point mass using the equation  $x = x_0 \sin(3\omega t)$ , where  $x_0 = 2 \text{ cm}$  and  $\omega = 5 \text{ /s}$ . What are the maximum velocity ( $v_0$ )? Answer:  $v_0 = 0.3 \text{ m/s}$
66. With what amplitude ( $x_0$ ) does a harmonic oscillation body oscillate, if at displacement  $x_1 = 2 \text{ cm}$  the velocity is  $v_1 = 4 \text{ cm/s}$ , and at displacement  $x_2 = 3 \text{ cm}$  the velocity is  $v_2 = 3 \text{ cm/s}$ ? Answer:  $x_0 = 3.9 \text{ cm}$
67. In an aluminum container with mass  $m_1 = 0.5 \text{ kg}$ , there is water with mass  $m_2 = 3 \text{ kg}$ , and the temperature is  $T_1 = 15^\circ \text{C}$ . For how long do we need to turn on a heater with power  $P = 300 \text{ W}$  to heat the water to  $T_2 = 55^\circ \text{C}$ , if 80% of the consumed electrical energy is used for heating? The specific heat of the aluminum container is  $c_1 = 1 \text{ kJ/kgK}$ . Answer:  $t = 36 \text{ min}$
68. A thermometer with a heat capacity  $C = 168 \text{ J/K}$  shows a temperature of  $T_1 = 15.0^\circ \text{C}$ . We immerse it in water with mass  $m = 300 \text{ g}$ , and the new temperature is  $T = 50.0^\circ \text{C}$ . What was the initial temperature ( $T_0$ ) of the water? We neglect heat loss to the surroundings. Answer:  $T_0 = 54.7^\circ \text{C}$
69. By how much does the water in a waterfall, which falls from a height  $h = 150 \text{ m}$ , heat up if almost all of the released energy during the fall is converted into the internal energy of the water? Answer: change  $t = 0.35^\circ \text{C}$
70. A sound wave with a frequency  $\nu = 500 \text{ Hz}$  propagates with a phase velocity  $c = 350 \text{ m/s}$ . How far apart ( $x$ ) are two points that oscillate with a phase difference of  $\theta = 60^\circ$ ? Answer:  $x = 12 \text{ cm}$
71. A car starts moving at the moment when a bus passes it on the adjacent lane, driving in the same direction at a constant speed of  $50 \text{ km/h}$ . The car is moving uniformly accelerated with an acceleration of  $1 \text{ m/s}^2$ . After how much time from the start of acceleration does the car catch up to the bus? Answer:  $t = 27.8 \text{ s}$
72. A pirate ship is positioned  $0.5 \text{ km}$  in front of the entrance to the harbor. At what angle should the cannon, defending the harbor, be fired in order to hit the ship? The speed of the cannonball upon exiting the barrel is  $300 \text{ km/h}$ . Answer:  $\alpha = 22.4^\circ$  or  $67.6^\circ$
73. A wagon with a mass of  $300 \text{ kg}$  is moving on a horizontal track with a constant speed of  $30 \text{ km/h}$ . We throw bags of sand with a mass of  $50 \text{ kg}$  onto the wagon in such a way that the bag falls perpendicular to the direction of the wagon's motion. With what speed is the wagon moving after we throw 3 bags onto it? Answer:  $v = 20 \text{ km/h}$
74. A cart with a mass of  $200 \text{ kg}$  is at rest on a horizontal track. A person with a mass of  $80 \text{ kg}$  runs towards the cart at an angle of  $30^\circ$  with respect to the track and jumps onto the cart with a speed of  $5 \text{ m/s}$ . With what speed does the cart move with the person after the jump? Answer:  $v = 1.24 \text{ m/s}$
75. We connect a brass wire,  $2 \text{ m}$  long, and a steel wire,  $1 \text{ m}$  long, end to end. Both wires have a cross-sectional area of  $1 \text{ mm}^2$ . We attach one end of the combined wire to the ceiling and hang a weight with a mass of  $7 \text{ kg}$  on the other end. How much does the wire elongate? Neglect the elongation due to the weight of the wires! The Young's

modulus of brass is  $1.3 \times 10^{11}$  N/m<sup>2</sup>, and the Young's modulus of steel is  $2 \times 10^{11}$  N/m<sup>2</sup>. Answer:  $s = 1.4$  mm

76. A ball is launched at a speed of 20.0 m/s at an angle of 40.0° above the horizontal. The maximum height reached by the ball is: Answer: 8.43 m
77. An object slides down a frictionless incline that is 6.5 meters high. Determine the final velocity of the object at the bottom of the incline. Answer:  $v_f = 12.74$  m/s
78. A car travels at a constant speed of 25 m/s for 40 seconds. Determine the distance traveled by the car during this time. Answer: distance traveled = 1000 m
79. A projectile is launched from the ground with an initial speed of 30 m/s at an angle of 60 degrees above the horizontal. Determine the maximum height reached by the projectile and the total time it takes to hit the ground. (Neglect air resistance) Answer: max height = 45.9 m, total time of flight = 5.09 s
80. The balloon rises uniformly with a speed of  $v_0 = 50$  m/s. A stone detaches from the balloon and falls to the ground after a time  $t = 20$  s. At what height did the stone detach from the balloon? With what speed ( $v_1$ ) does it fall to the ground? Answer:  $h = 960$  m,  $v_1 = 146$  m/s
81. At what height ( $h$ ) above the Earth's surface does a satellite orbit the Earth with a velocity of  $v = 5$  km/s? The satellite orbits at a distance of  $r = R + h$  from the center of the Earth with a radial acceleration  $a = v^2 / r$ , which is equal to the gravitational acceleration  $g = g_0 R^2 / r^2$ : Answer:  $h = 9.7 \cdot 10^3$  km
82. How long should  $t_0$  be in order for objects on the equator to not exert pressure on the ground? The radius of the Earth is  $R = 6400$  km. Answer:  $t = 1.4$  h
83. Balls with masses  $m_1 = 1$  kg,  $m_2 = 0.5$  kg,  $m_3 = 2$  kg, and  $m_4 = 0.75$  kg are attached at the corners of a square with side length  $a = 50$  cm. Find the position of the center of gravity of these balls. Answer:  $y_c = 18$  cm,  $x_c = 29$  cm.
84. A wagon with mass  $m_1 = 10$  t is moving to the right with velocity  $v_1 = 2$  m/s and is approaching another wagon with mass  $m_2 = 15$  t, which is moving to the left with velocity  $v_2 = 3$  m/s. The wagons collide and bounce off elastically. What are their velocities ( $u_1$  and  $u_2$ ) after the collision? Answer:  $u_1 = -4$ ,  $u_2 = 1$
85. A pendulum with a weight of  $m = 10$  dag oscillates with a period of  $t_0 = 2.5$  s, and the amplitude is  $x_0 = 5$  cm. Can we assume that the oscillation is harmonic? What is the maximum force in the string ( $F$ )? Answer:  $F = 1$  N
86. In a closed vessel, there is  $V_0 = 30.00$  dm<sup>3</sup> of alcohol. If the pressure in the vessel increases by  $p = 500$  bar, the volume of alcohol decreases to  $V_1 = 28.35$  dm<sup>3</sup>. What is the compressibility of alcohol? Answer:  $1.1 \cdot 10^{-4}$  /bar
87. How many molecules ( $N$ ) of hydrogen are in a volume  $V = 1$  cm<sup>3</sup> at a pressure of  $p = 0.27$  bar? The average velocity of hydrogen molecules is  $v = 2400$  m/s. Answer:  $N = 4.2 \cdot 10^{18}$
88. Two trains, a passenger train and an express train, depart from the station at the same time in opposite directions. The first train accelerates with an acceleration of  $0.5$  m/s<sup>2</sup> until it reaches a speed of 50 km/h. The second train accelerates with an acceleration of  $1.5$  m/s<sup>2</sup> and has a final speed of 80 km/h. What is the distance between the trains at 10 s and 40 s from the start of motion? Answer:  $x_1 = 100$  m;  $x_2 = 1087$  m
89. A fan rotates uniformly with a frequency of  $10$  s<sup>-1</sup>. At a certain moment, we turn off the motor, so the fan starts rotating uniformly decelerating. What is the angular deceleration if the fan rotates with an angular velocity of  $15$  s<sup>-1</sup> after 250 revolutions? Answer:  $\alpha = 1.19$  s<sup>-2</sup>

90. From the base of a slope with an incline angle of  $45^\circ$ , we kick a ball towards the slope. At what angle relative to the horizontal should we kick it so that the ball returns to the original position after a single bounce off the ground on the slope? Answer:  $\alpha = 71.6^\circ$
91. We stretch a rope between the parallel walls of two houses and hang a street lamp on it. The rope forms an angle of  $60^\circ$  with the left wall and an angle of  $45^\circ$  with the right wall. What is the minimum tensile force that the rope must withstand if the mass of the lamp is 15 kg? Answer:  $F = 132 \text{ N}$
92. On a delivery platform inclined at an angle of  $30^\circ$  with respect to the horizontal, we place a crate with a mass of 50 kg. With the minimum force in the direction towards the surface, how much pressure must we apply to the crate to prevent it from sliding down? The coefficient of friction between the crate and the surface is 0.1. Answer:  $F = 2026 \text{ N}$
93. A strongman from the Guinness Book of World Records pulled a railway wagon with a mass of 5 tonnes in the direction of the tracks. First, he pulled it for 2 s with a force of 2000 N, and then for another 2 s with a force of 1000 N. How much work did he do in the process? Friction between the rails and the wagon is neglected. Answer:  $W = 3600 \text{ J}$
94. An elastic cord with a length of 2 m and a spring constant of 200 N/m is hung from the ceiling. A ball with a mass of 1 kg is attached to the lower end of the cord and pulled down by 1 m towards the ground. Then it is released. With what speed does the ball hit the ceiling? Answer:  $v = 11.9 \text{ m/s}$
95. A cat with a mass of 7 kg is sleeping on a seat of a children's swing. The swing seat has a mass of 5 kg and is suspended on lightweight bars that are 3 m long. Suddenly, the cat wakes up and pushes off the swing with a speed of 4 m/s horizontally with respect to the ground. What is the angle of deviation of the swing? Answer:  $\alpha = 62.2^\circ$
96. A clump of earth is lying on the ground, and we want to wash it away with water. What should be the velocity of the water jet if the radius of the jet is 1 cm, the mass of the clump is 2 kg, and the coefficient of friction between the clump and the ground is 0.5? Assume that the jet flows off the clump onto the ground. The density of water is  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Answer:  $v = 5.6 \text{ m/s}$
97. With what pulling force in the horizontal direction do we have to pull a bicycle with a mass of 10 kg and a diameter of 1 m to move it over the edge of a step with a height of 20 cm? Answer:  $F = 131 \text{ N}$
98. We lean a ski against a smooth vertical wall. There is negligible adhesion against the wall, but the coefficient of friction between the ski and the ground is 0.2. What is the maximum angle of inclination of the ski with respect to the wall so that the ski does not slip? Answer:  $\beta = 21.8^\circ$
99. A compass is in the middle of a 0.5 m long coil with 500 turns. The long coil creates a magnetic field from northeast to southwest. By what angle does the compass rotate when we connect a direct current of 0.05 A to the coil? The horizontal component of the Earth's magnetic field density at our latitude is  $2 \times 10^{-5} \text{ T}$  and points north. Answer:  $\alpha = 119^\circ$
100. A driver is driving a car with a constant speed of 60 km/h. At some point, they see an obstacle 50 m ahead on the road. 2 s elapse before they start braking. With what acceleration must the car brake in order to stop right next to the obstacle? Answer:  $a = -8.3 \text{ m/s}^2$