

**RTU studiju kurss "Paātrinātāju tehnoloģijas"****32000 Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte****Vispārējā informācija**

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kods                                                | HEP700                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Nosaukums                                           | Paātrinātāju tehnoloģijas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Studiju kursa statuss programmā                     | Obligātais/Ierobežotās izvēles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Atbildīgais mācītspēks                              | Toms Torims - Doktors, Profesors                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Apjoms daļās un kredītpunktos                       | 1 daļa, 12.0 kredītpunkti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Studiju kursa īstenošanas valodas                   | EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Anotācija                                           | Šis studiju kurss ļauj studentam izprast dažādu paātrinātāju tehnoloģiju pielietojumus un limitācijas padziļinātā un augošas sarežģītības manierē. Dažādi paātrinātāju un paātrinātāju sistēmu tipi tiek iepazīstināti paralēli sniedzot nepieciešamās teorētiskās zināšanas elektromagnētismā, staru dinamikā un supervadītspēja. Paātrinātāju un to tehnoloģiju pielietojums medicīnā un industrijā, kā arī tam nepieciešamais R&D darbs ir integrāls šī studiju kursa daļas. Stiprs uzsvars ir likts uz augsta līmeņa eksperimentālo un praktisko darbu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs | Studiju kursa vispārējais mērķis ir sniegt studentiem visaptverošu un konkurētspējīgu izglītību paātrinātāju tehnoloģiju jomā, kā arī ar to saistītā pētnieciskajā darbībā internacionālā vidē.<br>Studiju kursa uzdevumi:<br>1. Sniegt studentiem izpratni par daļiņu transporta pamatprincipiem un dažādiem paātrinātāju veidiem.<br>2. Sniegt izpratni par paātrinātāju un to tehnoloģiju, kā arī komponentu uzbūves būtību.<br>3. Ļaut studentiem iepazīt paātrinātāju un staru instrumentācijas tehnoloģiskās komponentes.<br>4. Sniegt zināšanas par paātrinātāju pamatelementiem kā vakuums, radiofrekvenču sistēmas un jaudas avoti.<br>5. Sniegt zināšanas par tādiem konceptiem kā supervadītspēja, staru jauda, mirdzums un efektivitāte.<br>6. Sniegt Izpratni par radiācijas drošības un iekārtu un cilvēku aizsardzības principiem;<br>7. Iemācīt prasmes nepieciešamo datorsimulāciju veikšanai.<br>8. Sniegt praktiskā un laboratorijas darba pieredzi (CERN, ja iespējams).                                                                                                    |
| Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi     | Patstāvīgais darbs notiks, galvenokārt, tālākas literatūras apgušanas veidā, kā arī veicot dotus mājas darbu uzdevumus. Studentiem tiks doti uzdevumi ar pieaugošu grūtības pakāpi ar mērķi studentiem būt spējīgiem pilnībā veikt vismaz vienu no uzdotajiem mājas darbu uzdevumiem. Tālākas literatūras apguves avoti tiks doti kā grāmatu, tiešsaistes avotu un zinātnisko publikāciju rekomendācijas.<br>Tāpat studentiem tiks sniegta iespēja veikt personalizētu eksperimentālo darbu, ja iespējams, CERN, studentus integrējot attiecīgajās zinātniskajās grupās. Alternatīvi, šis zinātniskais darbs būs veicams mājas institūta laboratorijās.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Literatūra                                          | Obligātā. / Obligatory<br>E. Wilson. An Introduction to Particle Accelerators Oxford Univ. Press, 2001<br>D.A. Edwards and M.J. Syphers. An Introduction to the Physics of High Energy Accelerators WILEY-VCH Verlag, 2008<br>P. Strehl. Beam instrumentation and diagnostics Springer, 2006<br>A.W. Chao and M. Tigner. Handbook of Accelerator Physics and Engineering World Scientific, 2013<br>Shyh-Yuan Lee. Accelerator Physics, 3rd Ed World Scientific, 2011<br>Helmut Wiedemann. Particle Accelerator Physics Springer, 2015<br>Stephen Myers and Herwig Schopper. Particle Physics Reference Library, Volume 3: Accelerators and Colliders Springer, 2020<br>Thomas P. Wangler. RF Linear Accelerators Wiley-VCH, 2008<br>Sören Möller. Accelerator Technology: Applications in Science, Medicine, and Industry (Particle Acceleration and Detection) Springer, 2021<br>Robert W. Hamm and Marianne E. Hamm, . Industrial Accelerators and Their Applications World Scientific, 2012<br>Samy Hanna. RF Linear Accelerators for Medical and Industrial Applications Artech House, 2012 |
| Nepieciešamās priekšzināšanas                       | Mehānika, elektroinženierija, fizika                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

**Studiju kursa saturs**

| Saturs                                                                                                   | Pilna un nepilna laika klātienē studijas |                | Nepilna laika neklātienē studijas |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|
|                                                                                                          | Kontakt stundas                          | Patstāv. darbs | Kontakt stundas                   | Patstāv. darbs |
| Ievads daļiņu paātrinātajos; vēsturisks atskats; paātrinātāju tipi                                       | 4                                        | 4              | 0                                 | 0              |
| Elektromagnētisma teorētiskie pamatprincipi, relativitāte, paātrinātāju optika, fāžu telpa un izstarojum | 6                                        | 6              | 0                                 | 0              |
| Šķērsvirziena staru optika                                                                               | 6                                        | 6              | 0                                 | 0              |
| Garenvirziena staru optika                                                                               | 4                                        | 4              | 0                                 | 0              |
| Tehnoloģiju komponentes I: jonu avoti, magnēti, radiofrekvenču (RF) dobumi                               | 10                                       | 10             | 0                                 | 0              |
| Lineārie paātrinātāji                                                                                    | 6                                        | 6              | 0                                 | 0              |

|                                                                                        |     |     |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---|---|
| Injekcija, ekstrakcija, staru pārnese                                                  | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Sinhrotona gaismas avoti                                                               | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Kolektīvie efekti, telpas lādiņš                                                       | 6   | 6   | 0 | 0 |
| Supervadītspēja paātrinātājos                                                          | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Tehnoloģijas komponentes II: vakuums, RF sistēmas, jaudas avoti, staru instrumentācija | 10  | 10  | 0 | 0 |
| Mērķi un sekundārie stari                                                              | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Kvalitātes mēri: staru jauda, mirdzums, efektivitāte                                   | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Simulācijas un staru 'izsekošanas' datorrīki                                           | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Paātrinātāju tipi                                                                      | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Progresīvi paātrinātāju koncepti                                                       | 4   | 4   | 0 | 0 |
| Radiācijas aizsardzība, ierīču un cilvēku aizsardzības metodes                         | 6   | 6   | 0 | 0 |
| Medicīniski un sabiedrības labumu sniedzīgi paātrinātāju pielietojumi                  | 10  | 10  | 0 | 0 |
| Eksperimentālais praktiskais darbs (CERN, ja iespējams)                                | 0   | 120 | 0 | 0 |
| Kopā:                                                                                  | 100 | 220 | 0 | 0 |

#### Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

| Sasniedzamie studiju rezultāti                                                                                        | Rezultātu vērtēšanas metodes                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Students ir iepazinis dažādu paātrinātāju pielietojumus un limitācijas.                                               | Eksaminācija: mājas darbu uzdevumi; mutvārdu eksāmens.<br>Vērtēšana: students spēj pilnīgi vai daļēji veikt visus dotos uzdevumus, kā arī spēj izskaidrot apgūtos konceptus gan mutiski, gan rakstiski. |
| Students izprot paātrinātāju staru optiku un to tehnoloģiskās komponentes, kā arī kvalitātes mērus.                   | Eksaminācija: mājas darbu uzdevumi; mutvārdu eksāmens.<br>Vērtēšana: students spēj pilnīgi vai daļēji veikt visus dotos uzdevumus, kā arī spēj izskaidrot apgūtos konceptus gan mutiski, gan rakstiski. |
| Students ir iepazinis progresīvus paātrinātāju konceptus, kā arī to medicīniskos un sabiedrības labuma pielietojumus. | Eksaminācija: mājas darbu uzdevumi; mutvārdu eksāmens.<br>Vērtēšana: students spēj pilnīgi vai daļēji veikt visus dotos uzdevumus, kā arī spēj izskaidrot apgūtos konceptus gan mutiski, gan rakstiski. |
| Students spēj veikt nepieciešamās datorsimulācijas.                                                                   | Eksaminācija: mājas darbu uzdevumi; mutvārdu eksāmens.<br>Vērtēšana: students spēj pilnīgi vai daļēji veikt visus dotos uzdevumus, kā arī spēj izskaidrot apgūtos konceptus gan mutiski, gan rakstiski. |

#### Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

| Kritērijs                                               | % no kopējā vērtējuma |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| Individuālā darba izvērtēšana                           | 40                    |
| Praktiskais un laboratorijas darbs (CERN, ja iespējams) | 20                    |
| Rakstisks un mutisks eksāmens                           | 40                    |
| Kopā:                                                   | 100                   |

#### Studiju kursa plānojums

| Daļa | KP   | Stundas  |          |         | Pārbaudījumi |        |       |
|------|------|----------|----------|---------|--------------|--------|-------|
|      |      | Lekcijas | Prakt d. | Laborat | Ieskaite     | Eksām. | Darbs |
| 1.   | 12.0 | 8.0      | 0.0      | 0.0     |              | *      |       |