

INŽINERINĖS TECHNOLOGIJOS

Valstybinio brandos egzamino II dalis

MECHANINIŲ SISTEMŲ IR TRANSPORTO INŽINERIJA

Pagrindinė sesija

2025 m. birželio 5 d.

Trukmė – 2 val. (120 min.)

NURODYMAI

1. Gavę užduoties sąsiuvinį, jo priedą ir atsakymų lapą, patikrinkite, ar juose nėra tuščių lapų arba kitokio aiškiai matomo spausdinimo broko. Pastebėję praneškite egzamino vykdytojui.
2. **Atsakymų lape įrašykite savo identifikavimo kodą, grupę ir vietą (eilės numerį protokole) ir pasirašykite.**
3. Atsakymus į užduoties klausimus pirmiausia galite rašyti užduoties sąsiuvinyje, kuriame yra palikta vietos juodraščiui. Jei esate tikri dėl atsakymo, iš karto rašykite atsakymų lape. **Vertintojams bus pateikiamas tik atsakymų lapas!**
4. Per egzaminą galite rašyti juodai arba mėlynai rašančiu tušinuku, pieštuku, naudotis trintuku, liniuote, matlankiu ir skaičiuotuvu be tekstinės atminties.
5. **Atsakymų lape** rašykite ir braižykite **tik juodai arba mėlynai** rašančiu tušinuku tvarkingai ir įskaitomai. Atsakymų lape nesinaudokite trintuku ir koregavimo priemonėmis. Jei savo atsakymą ir (ar) sprendimą keičiate, nubraukite jį ir aiškiai užrašykite naują.
6. Saugokite atsakymų lapą (neįplėškite ir nesulamdykite). Sugadintuose lapuose įrašyti atsakymai nebus vertinami.
7. Sprendimus ir atsakymus įrašykite tam skirtose atsakymų lapo vietose. Atlikdami užduotis, kai reikia rasti skaitines vertes, užrašykite galutinę formulę ir tik po to atlikite skaičiavimus. **Už ribų parašyti sprendimai ir atsakymai nebus vertinami.**
8. Atsakymų lape neturi būti užrašų ar kitokių ženklų, kurie leistų identifikuoti darbo autorių.
9. Pasibaigus egzaminui, užduoties sąsiuvinį galite pasiimti.

Linkime sėkmės!

I dalis

1. Kaip vadinama fizikos mokslo šaka, tirianti mechaninį judėjimą, t. y. kūno padėties kitimą kitų kūnų atžvilgiu?

Juodraštis

.....

(1 taškas)

2. Kaip vadinamas mechanizmų ir mašinų teorijos skyrius, nagrinėjantis mechanizmų judėjimą nepriklausomai nuo juos veikiančių jėgų?

Juodraštis

.....

(1 taškas)

3. Kaip vadinama veleną su stebule¹ jungianti detalė, kuri įstatoma į veleno griovelį ir vieno elemento sukimo momentą perduoda kitam elementui?

Juodraštis

.....

(1 taškas)

4. Įvardykite du elementų suleidimo tipus.

Juodraštis

1.

Juodraštis

2.

(2 taškai)

5. Kaip vadinama medžiagos savybė, apibūdinanti grįžtamąjį medžiagos tūrio pokytį, kuris atsiranda dėl išorinio slėgio poveikio?

Juodraštis

.....

(1 taškas)

6. Kaip vadinamas jėgos sukamojo poveikio matas, lygus jėgos ir jėgos peties sandaugai?

Juodraštis

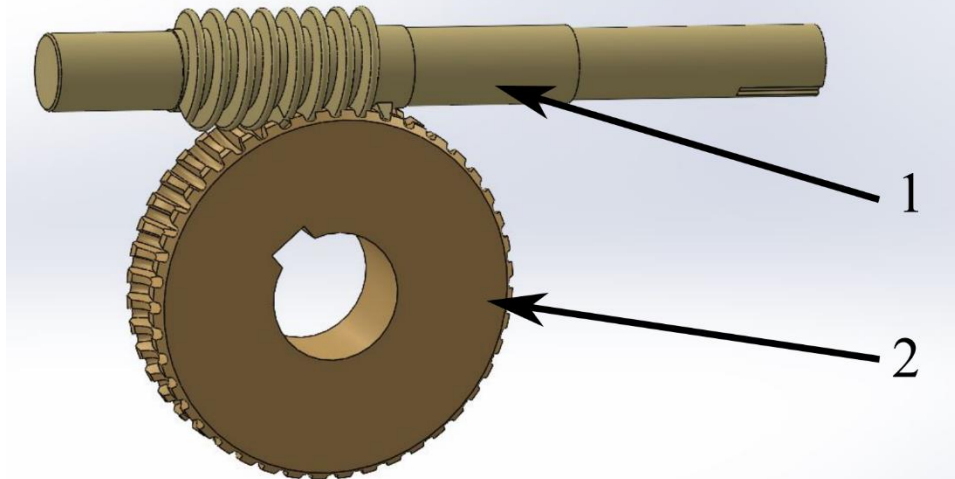
.....

(1 taškas)

¹ stebulė – piasta – ступица – маточина

7. Įvardykite skaičiais 1 ir 2 pažymėtas sliekinės pavaros² detales.

Sliekinė pavara



Juodraštis	Juodraštis
1.	2.

(2 taškai)

8. Įvardykite paveiksluose pavaizduotus mechanizmus.

Juodraštis	Juodraštis	Juodraštis
1.	2.	3.
.....		

(3 taškai)

² sliekinė pavara – przekładnia ślimakowa – червячная передача – черв'ячна передача

9. Paveiksle pavaizduota automobilio vidaus degimo variklio mechanizmo dalis.



9.1. Įvardykite šią automobilio vidaus degimo variklio mechanizmo dalį.

Juodraštis

.....

(1 taškas)

9.2. Pateiktame sakinyje įrašykite tinkamą žodį.

Juodraštis

Ši mechanizmo dalis pakeičia slenkamąjį grįžtamąjį judesį _____ judesiu.

(1 taškas)

10. Įvardykite apytiksliai matematinės fizikos uždavinių sprendimo metodą, kuris pagrįstas tiriamojo kūno skaidymu į mazgais sujungtus paprastos formos elementus – trikampių, stačiakampių, prizmes.

Juodraštis

.....

(1 taškas)

II dalis

1 klausimas. Mechaninių sistemų ir transporto kūrimo pramonėje plačiai naudojama 3D modeliavimo programinė įranga, su kuria atliekami skaičiavimai ir simuliacijos. Tai padeda optimizuoti kūrimo procesą.

1. Pateiktame tekste įrašykite tinkamus žodžius.

Juodraštis

3D simuliacijų metu programinė įranga gali apskaičiuoti ir grafiškai atvaizduoti vidinius detalių _____ ir dėl jų atsiradusius deformacijų pasiskirstymus, taip pat parodyti aktualius taškus, kuriuose apkrovos yra _____. Naudojantis gautais duomenimis, galima tobulinti detalę ir parinkti tinkamiausią _____ detalės gamybai, tai padeda optimizuoti detalės _____. Taikant simuliacijas, sumažėja realių kuriamų detalės tarpinių variantų skaičius, optimizuojamas produkto kūrimo procesas. Visa tai detalių kūrimo proceso metu padeda sutaupyti _____.

(5 taškai)

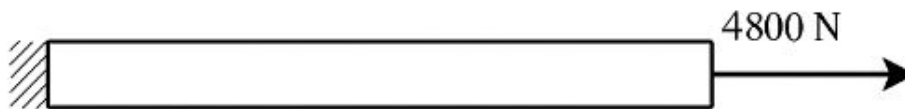
2. Nurodykite ne mažiau kaip du veiksnius, kurie simuliacijos metu lemia detalės arba detalių mazgo deformaciją.

Juodraštis

1.
2.

(2 taškai)

3. Turime aliumininį strypą, kurio skerspjūvio plotas – 60 mm^2 , vienas strypo galas standžiai įtvirtintas, o kitą išilgai strypo simetrijos ašies veikia tempimo jėga, kuri lygi 4800 N . Apskaičiuokite įtempio didumą strype.



Juodraštis

(2 taškai)

4. Turime kitą strypą, pagamintą iš aviacinio aliuminio lydinio 7050-T745, kurio tampros (Jungo) modulis lygus 71,7 GPa. Šio strypo įtempis jau žinomas ir yra lygus 2022 MPa. Apskaičiuokite šio strypo ilginę deformaciją. Atsakymą suapvalinkite iki tūkstantųjų.

Juodraštis

(2 taškai)

5. Turime trečią tempiamą strypą, kurio ilgis yra 6640 mm. Apskaičiuokite šio strypo ilgio pokytį ΔL , jeigu žinoma, kad ilginė deformacija yra 0,0196. Atsakymą suapvalinkite iki šimtųjų.

Juodraštis

(2 taškai)

6. Kaip pasikeistų strypo deformacijos pobūdis, jeigu jėgos kryptį pakeistume į statmeną strypui, o ne išilgai strypo simetrijos ašies?

Juodraštis

(1 taškas)

7. Kokie įtempiai atsirastų ir kaip pasiskirstytų deformacija skirtinguose strypo sluoksniuose, jeigu jėgos kryptį pakeistume į statmeną strypui, o ne išilgai strypo simetrijos ašies?

Juodraštis

(1 taškas)

2 klausimas. Projektuojant vidaus degimo variklį, svarbu atsižvelgti į pagrindinių variklio detalių medžiagų savybes, darbo aplinkos veiksnius, detalių sąveiką. Viena iš savybių, būdingų daugeliui varikliuose naudojamų detalių, yra šiluminis plėtimasis, nes skirtingi metalų lydiniai plečiasi nevienodai.

1. Pateiktame tekste įrašykite po dvi tinkamas sąvokas.

Juodraštis

Projektuojant detales vidaus degimo varikliui, svarbu tinkamai pasirinkti medžiagas. Projektuojamų detalių dydis, forma, medžiaga gali skirtis, tai priklauso nuo apkrovų dydžio, temperatūros, aplinkos poveikio, veikimo sąlygų. Pagal veikimo pobūdį apkrovos gali būti _____. Tokius reikalavimus atitinka tinkamai parinktos medžiagos. Šių medžiagų savybių grupės gali būti _____.

(4 taškai)

2. Stūmoklis³ – viena labiausiai apkrovomis veikiamų vidaus degimo variklio detalių. Degimo kameroje, kurioje veikia stūmoklis, temperatūra cikliška kinta nuo 300–500 °C iki 2000–2500 °C degimo proceso metu. Stūmokliai gaminami iš medžiagų, pasižyminčių aukštu šiluminio laidumo koeficientu, kad stūmoklis gebėtų per labai trumpą laiką efektyviai perduoti šilumą nuo labiausiai įkaitusių vietų. Įvardykite dvi medžiagas, iš kurių įprastai gaminami automobilių ir (arba) sunkiosios technikos stūmokliai.

<i>Juodraštis</i>	<i>Juodraštis</i>
1.	2.

(2 taškai)

3. Dyzeliniuose varikliuose degalai uždegami suspaudimo būdu, be išorinės kibirkšties, o benzininiuose varikliuose degalus uždega kibirkštis. Yra žinoma, kad pirmojo variklio stūmoklio paviršius variklio veikimo metu įkaista daugiausia iki 375 °C, o antrojo variklio stūmoklio paviršius įkaista daugiausia iki 301 °C. Įvardykite, kuris stūmoklis priklauso dyzelinio (slėginio) variklio sistemai, o kuris – benzininio (kibirkštinio) variklio sistemai. Atsakymą argumentuokite.

<i>Juodraštis</i>
Pirmasis stūmoklis priklauso
.....
.....
.....
Antrasis stūmoklis priklauso
.....
.....
.....

(2 taškai)

³ stūmoklis – tlok – поршень – поршень

4. Projektuojant stūmoklį su žiedais, kurie bus montuojami į cilindą, svarbu atsižvelgti į tarpelių sumažėjimus, sukeltus temperatūrų skirtumo. Žiedo vidutinė temperatūra jo veikimo metu $t_z = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$, cilindro vidutinė temperatūra jo veikimo metu $t_c = 130\text{ }^{\circ}\text{C}$, aplinkos temperatūra $t_0 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tarpelis kompresinio žiedo spynoje oru aušinamo variklio veikimo metu $\Delta'_z = 0,0015 \cdot d$, o skysčiu aušinamo variklio veikimo metu $\Delta'_z = 0,0006 \cdot d$. Stūmoklio skersmuo 88,5 mm. Žiedo medžiaga – austenitinis plienas, cilindro medžiaga – pilkasis ketus⁴.

Naudodami pateiktą formulę ir remdamiesi lentelėje pateiktais duomenimis, apskaičiuokite garantuotą tarpelį žiedo spynoje Δ_z , surenkant skysčiu aušinamą variklį.

$$\Delta_z = \Delta'_z + \pi d (\alpha_{Lz}(t_z - t_0) - \alpha_{Lc}(t_c - t_0));$$

čia α_{Lz} – žiedo medžiagos šiluminio plėtimosi koeficientas, α_{Lc} – cilindro medžiagos šiluminio plėtimosi koeficientas.

Pavadinimas, standartas	Žymuo	Šiluminio plėtimosi (ilgėjimo) koeficientas $\alpha_L, 10^{-6}/\text{K}$	Šilumos laidumo koeficientas (savitasis šiluminis laidis) $\lambda, \text{W/mK}$	Taikymo sritys
Pilkasis ketus su plokšteliu grafitu (DIN EN 1561:1997-08)	EN-GJL-150	13	50	Cilindrų blokas, cilindrų įvorės ⁵
Austenitinis plienas (DIN EN 10088-2:2014-12)	X2CrNi18-9	16	15	Stūmoklio žiedai

Skaičiuodami laikykite, kad $\pi = 3,14$. Atsakymą pateikite suapvalintą iki šimtųjų.

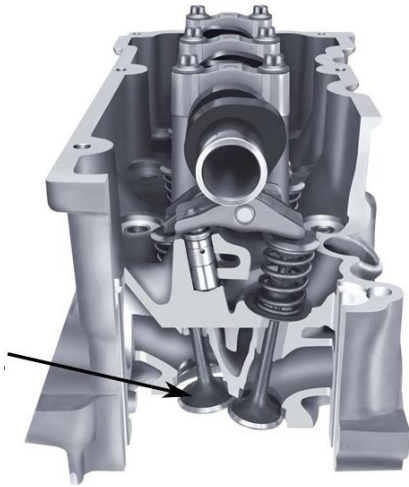
Juodraštis

(3 taškai)

⁴ pilkasis ketus – želiwo szare – серый чугун – сірий чавун

⁵ įvorės – tuleje – втулки – втулки

5. Įvardykite pateiktame paveiksle rodykle pažymėtą mechanizmo detalę.



Juodraštis

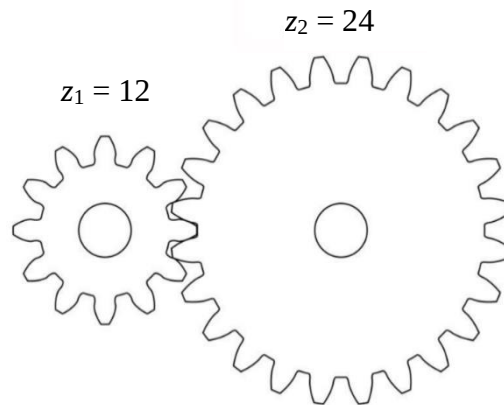
.....

.....

.....

(1 taškas)

3 klausimas. Paveiksle pavaizduota transporto priemonės pavarų dėžėje sumontuotos cilindrinės tiesiakrumplių krumpliaračių pavaros schema. Ši pavara sudaryta iš dviejų krumpliaračių – varančiojo krumpliaračio⁶, kurio $z_1 = 12$ krumplių, ir varomojo krumpliaračio⁷, kurio $z_2 = 24$ krumpliai. Varantysis krumpliaratis sukasi $n_1 = 150$ aps./min. greičiu. Ši pavara naudojama sukimo momentui padidinti, mažinant transporto priemonės greitį.



1. Apskaičiuokite krumpliaračių perdavimo skaičių.

Juodraštis

.....

.....

.....

(1 taškas)

2. Ką parodo krumpliaračių perdavimo skaičiaus vertė, kai ji yra didesnė už vienetą, t. y. $i > 1$? Ar šiuo atveju sukimo momentas didėja, mažėja, ar nekinta?

Juodraštis

.....

.....

.....

(2 taškai)

⁶ varantysis krumpliaratis – zębate koła napędowe – ведущая шестерня – ведуча шестірня

⁷ varomasis krumpliaratis – zębate koła napędzane – ведомая шестерня – ведена шестірня

3. Apskaičiuokite varomojo krumpliaračio sukimosi dažnį. Užrašykite formulę ir atlikite skaičiavimus.

Juodraštis

(2 taškai)

4. Koks bus varomojo krumpliaračio veleno sukimo momentas, jeigu varančiojo krumpliaračio velenas perduoda 30 Nm sukimo momentą? Perdavimo skaičius yra 3. Užrašykite formulę ir atlikite skaičiavimus.

Juodraštis

(2 taškai)

5. Yra žinoma, kad perdavimo skaičius gali būti apskaičiuojamas pagal krumpliaračių pavaros krumplių skaičių santykį. Taip pat perdavimo skaičius gali būti apskaičiuojamas pagal krumpliaračių dalijamųjų skersmenų santykį.

- 5.1. Perdavimo skaičius apskaičiuojamas pagal dalijamųjų skersmenų santykį, naudojant formulę $i = \frac{d_2}{d_1}$.

Kas yra formulėje pateikti kintamieji d_1 ir d_2 ?

Juodraštis

.....
.....

(1 taškas)

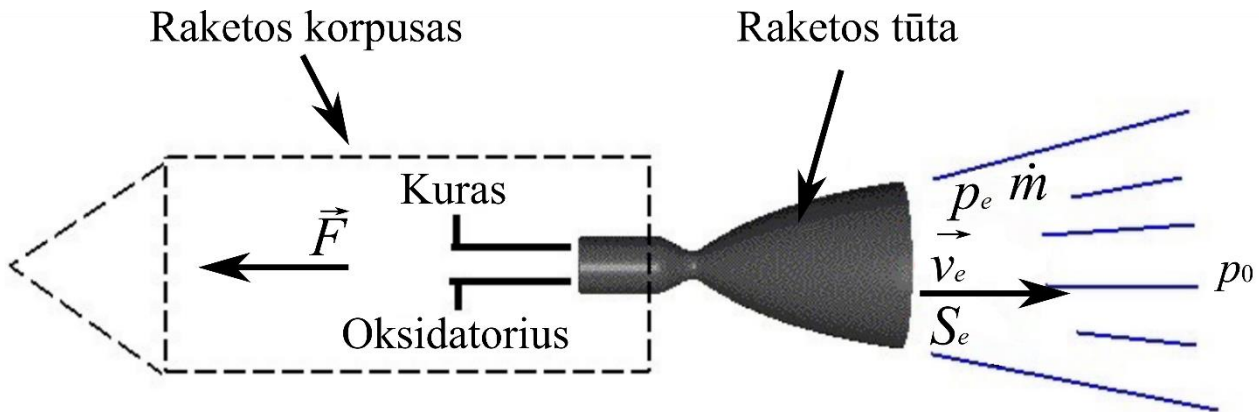
- 5.2. Pagal kokį dar vieną krumpliaračių parametą galima apskaičiuoti perdavimo skaičių?

Juodraštis

.....

(1 taškas)

4 klausimas. Jūs esate jaunas raketų konstruktorius ir kuriate nedidelės raketos prototipą. Paveiksle pavaizduota kuriamos raketos principinė schema. Bandymo metu raketos trajektorija yra vertikali. Raketos pradinė masė m_0 su raketiniu kuru žibalu (RP-1) ir skystu deguonimi (LOX) yra 15 kg, kuro masė m_k yra 11 kg. Masės srauto greitis $\dot{m}$ yra 2,75 kg/s. Variklis veikia 4 sekundes ir generuoja pastovią traukos jėgą F , kuri lygi 285 N. Kuras tolygiai dega visą degimo laiką. Išmetamųjų dujų slėgis tūtos gale p_e yra $2,5 \cdot 10^5$ Pa, atmosferos slėgis p_0 yra 101 325 Pa. Raketos kuro išėjimo angos plotas S_e yra $1,5 \cdot 10^{-3}$ m².



$$F = \dot{m} \cdot v_e + S_e(p_e - p_0)$$

1. Kaip keisis traukos jėga F , raketai kylant vis aukščiau virš jūros lygio, kol baigsis kuras? Atsakymą argumentuokite.

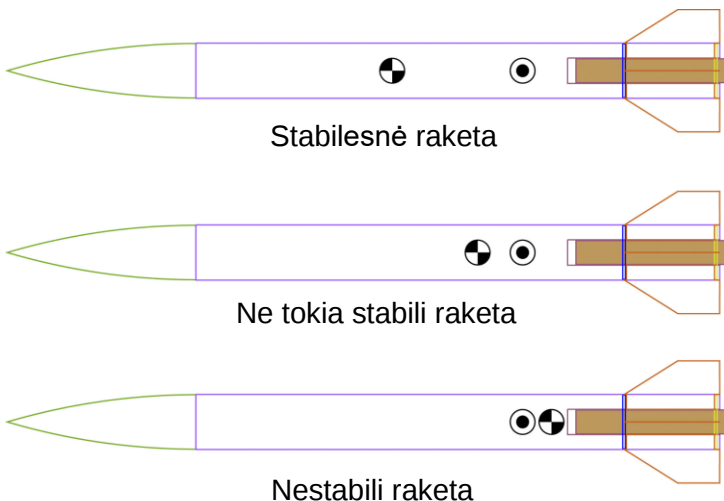
Juodraštis

.....

.....

(2 taškai)

2. Skaitydami literatūrą apie raketas pastebėjote, kad raketos skrydžio tiesiai trajektorijai užtikrinti reikia tinkamai suderinti dviejų parametrų centrus, susijusius su svoriu ir raketos paviršiaus plotu. Pateiktoje schemoje pažymėti du centrai: $\odot$ – centras, susijęs su raketos svoriu, $\bullet$ – centras, susijęs su raketos paviršiaus plotu. Įvardykite šių centrų pavadinimus.



Juodraštis

$\odot$

.....

$\bullet$

.....

(2 taškai)

3. Naudodami raketos traukos formulę $F = \dot{m} \cdot v_e + S_e(p_e - p_0)$, apskaičiuokite išmetamųjų kuro dujų greitį raketos atžvilgiu v_e . Atsakymą pateikite suapvalintą iki šimtųjų.

Juodraštis

(3 taškai)

4. Apskaičiuokite raketos greičio pokytį Δv , pasibaigus kuro degimo laikui, naudodami pateiktą Ciolkovskio raketos lygtį:

$$\Delta v = v_e \ln \frac{m_0}{m_f};$$

čia raketos masė, sudegus kurui, $m_f = 4$ kg, $v_e = 25$ m/s. Atsakymą pateikite suapvalintą iki šimtųjų.

Juodraštis

(2 taškai)

Naudoti šaltiniai

<https://www.vle.lt/straipsnis/mechanika/>.

<https://www.vle.lt/straipsnis/mechanizmu-kinematika/>.

<https://www.vle.lt/straipsnis/suleidimas/>.

<https://www.vle.lt/straipsnis/spudumas/>.

<https://www.vle.lt/straipsnis/jegos-momentas/>.

<https://www.vle.lt/straipsnis/baigtiniu-elementu-metodas/>.

<https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/rocket-thrust/#thrust-equation>.

<https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/ideal-rocket-equation/>.