

## MATEMAATIKA AINEKAVA (lai kursus)

### gümnaasiumi 11.klassile

#### 1. Õppe-eesmärgid

Lai matemaatika õpetamisega taotletakse, et õpilane:

- 1) saab aru matemaatika keeles esitatud teabest ning esitab oma matemaatilisi mõttekäike nii suuliselt kui ka kirjalikult;
- 2) valib, tõlgendab ja seostab erinevaid matemaatilise info esituse viise;
- 3) esitab igapäevateadmistel põhinevaid loogilisi argumente, teeb lihtsamaid mitmesammulisi loogilisi järeldusi ja hindab erinevate argumentide tõesust ja kehtivusvaldkondi;
- 4) leiab lahendustee ja matemaatilised vahendid mitmeastmelist lahendusstrateegiat nõudva kompleksse probleemi lahendamiseks. Seejuures kasutab ta loovalt samm-sammulist järelduselt järeldusele liikumist, hüpoteeside püstitamist, põhjendamist ja ümberlõkkamist;
- 5) modelleerib erinevate valdkondade probleeme matemaatilisel ja hindab kriitiliselt matemaatilisi mudeleid;
- 6) väärtustab matemaatikat ning tunneb rõõmu matemaatikaga tegelemisest;
- 7) kasutab matemaatilises tegevuses erinevaid teabeallikaid ning hindab kriitiliselt neis sisalduvat teavet;
- 8) kasutab matemaatikat õppides IKT vahendeid.

#### 2. Gümnaasiumi õpitulemused

Õpilane:

- 1) mõistab ja rakendab õpitud matemaatilisi meetodeid ning protseduure;
- 2) arutleb loogiliselt ja loovalt, formaliseerib oma matemaatilisi mõttekäike;
- 3) mõistab ja eristab funktsionaalseid ning statistilisi protsesse;
- 4) tunneb ära matemaatikas õpitud mudelite abil lahenduvad reaalelu probleemid, esitab tuttava reaalelulise situatsiooni matemaatilise mudeli (1–2 sammu);
- 5) kasutab matemaatikat õppides erinevaid IKT vahendeid;
- 6) kasutab juhusliku sündmuse tõenäosust ja juhusliku suuruse jaotuse arvkarakteristikuid, uurides erinevate eluvaldkondade nähtus;
- 7) uurib funktsioone tuletise põhjal;
- 8) kasutab lisaks õpitud rutiinsetele matemaatilistele argumentidele (teoreemid, valemid, meetodid) ka rangeid matemaatilisi põhjendusi ja tõestusi ning esitab neid, arutledes seejuures loogiliselt ja loovalt;
- 9) leiab lihtsamale matemaatikaülesandele sobiva lahendustee sarnaste õpitud strateegiate seast ning analüüsib ühe ja sama ülesande erinevaid võimalikke lahendusteid, vastavaid matemaatilisi protseduure, saadud tulemuse kontrollimise viise ja kasutatud abivahendite kasutuspiire ning -võimalusi;
- 10) tõlgendab ja hindab saadud matemaatilist tulemust vastavas kontekstis ning kohandab õpitud matemaatilist mudelit loovalt vastavalt muutunud tingimustele;

- 11) modelleerib kompleksset reaalelulist situatsiooni, määrates selleks vajalikud muutujad ja neile püstitatud tingimused ning valmistab ja kasutab matemaatika standardseid esitusvahendeid nii eluliste situatsioonide kirjeldamisel kui ka teistes õppeainetes;
- 12) hindab erinevaid esitusvahendeid eesmärgipäraselt ja probleemile vastavalt, käib asjakohaselt ja arusaadavalt ümber mitteusaldatavate/-sobivate esitusvormidega ja arendab kasutatavaid esitusvahendeid probleemile vastavalt;
- 13) sooritab elementaarseid lahendus- ja teisenduskäike, kasutades matemaatilisi sümboleid ja valemeid ning digitaalseid ja mittedigitaalseid abivahendeid;
- 14) esitab sisukalt ja täielikult probleemi mitmeetapilise lahendustee või 6 argumentatsiooni (ka digitaalselt) ja käsitleb matemaatilisi objekte tuttavas kontekstis;
- 15) mõistab teiste isikute esitatud matemaatilise sisuga tekste ning leiab matemaatilise sisuga tekstidest vajalikku informatsiooni, kusjuures informatsiooni paigutus tekstis ei pea tingimata vastama selle matemaatilise töötlemise sammude järjekorrale;
- 16) suudab arusaadavalt selgitada mitmeetapilisi arutlusi ja lahendusteid ning saadud tulemust;
- 17) võrdleb, hindab ja vajaduse korral korrigeerib teiste inimeste suulisi ja kirjalikke matemaatilise sisuga tekste.

### 3.Õppesisu

#### VI kursus

#### Töenäosus, statistika.

- Permutatsioonid, kombinatsioonid ja variatsioonid.
- Sündmus. Sündmuste liigid.
- Klassikaline töenäosus.
- Suhteline sagedus, statistiline töenäosus.
- Geomeetiline töenäosus.
- Sündmuste liigid: sõltuvad ja sõltumatud, välistavad ja mittevälistavad.
- Töenäosuste liitmine ja korrutamine.
- Bernoulli valem. Diskreetne ja pidev juhuslik suurus, binoomjaotus, jaotuspolügoon ning arvarakteristikud (keskväärtus, mood, mediaan, dispersioon, standardhälve).
- Rakendusülesanded.
- Üldkogum ja valim. Andmete kogumine ja süstematiseerimine. Statistilise andmestiku analüüsimine ühe tunnuse järgi.
- Korrelatsiooniväli. Lineaarne korrelatsioonikordaja.
- Normaaljaotus (näidete varal).
- Statistilise otsustuse usaldatavus keskväärtuse usaldusvahemiku näitel.
- Andmetöötluse projekt, mis realiseeritakse IKT vahendite abil (soovitavalt koostöös mõne teise õppeainega).

## VII kursus

### Funktsioonid. Arvjadad.

- Funktsioonid  $y = ax+b$ ,  $y = ax^2+bx+c$ ,  $y = x/a$  (kordavalt).
- Funktsiooni mõiste ja üldtähis. Funktsiooni esitusviisid.
- Funktsiooni määramis- ja muutumispiirkond.
- Paaris- ja paaritu funktsioon.
- Funktsiooni nullkohad, positiivsus- ja negatiivsuspiirkond.
- Funktsiooni kasvamine ja kahanemine. Funktsiooni ekstreemum.
- Astmefunktsioon.
- Funktsioonide  $y=x$ ,  $y = x^2$ ,  $y = x^3$ ,  $y = x^{-1}$ ,  $y = \sqrt{x}$ ,  $y = \sqrt[3]{x}$ ,  $y = x^{-2}$ ,  $y = |x|$  graafikud ja omadused.
- Funktsioonide  $y = f(x)$ ,  $y = f(x) + a$ ,  $y = f(x + a)$ ,  $y = f(ax)$ ,  $y = a f(x)$  graafikud arvutil.
- Arvjada mõiste, jada üldliige, jadade liigid.
- Aritmeetiline jada, selle omadused. Aritmeetilise jada üldliikme valem ning esimese  $n$  liikme summa valem.
- Geomeetiline jada, selle omadused. Geomeetilise jada üldliikme valem ning esimese  $n$  liikme summa valem.
- Arvjada piirväärtus. Piirväärtuse arvutamine.
- Hääbu geomeetiline jada, selle summa. Arv  $e$  piirväärtusena.
- Ringjoone pikkus ja ringi pindala piirväärtusena, arv  $\pi$ .
- Rakendusülesanded.

## VIII kursus

### EkspONENT- ja logaritmifunktsioon.

- Liitprotsendiline kasvamine ja kahanemine.
- EkspONENTifunktsioon, selle graafik ja omadused.
- Arvu logaritm. Korrutise, jagatise ja astme logaritm. Logaritmimine ja potentseerimine. Üleminek logaritmi ühelt aluselt teisele. Logaritmifunktsioon, selle graafik ja omadused.
- Pöördfunktsiooni mõiste ekspONENT ja logaritmifunktsiooni näitel.
- EkspONENT- ja logaritmivõrrand, nende lahendamine.
- Rakendusülesandeid ekspONENT- ja logaritmivõrrandite kohta.
- EkspONENT- ja logaritmivõrratus.

## IX kursus

### Trigonomeetrilised funktsioonid. Funktsiooni piirväärtus ja tuletis.

- Funktsiooni perioodilisus.
- Siinus-, koosinus- ja tangensfunktsiooni graafik ning omadused.
- Mõisted  $\arcsin m$ ,  $\arccos m$ ,  $\arctan m$ .
- Lihtsamad trigonomeetrilised võrrandid.
- Funktsiooni piirväärtus ja pidevus. Argumendi muut ja funktsiooni muut.
- Hetkkiirus.
- Funktsiooni graafiku puutuja tõus.
- Funktsiooni tuletise mõiste. Funktsiooni tuletise geomeetriline tähendus.
- Funktsioonide summa ja vahe tuletis.
- Kahe funktsiooni korrutise tuletis.
- Astmefunktsiooni tuletis.
- Kahe funktsiooni jagatise tuletis.
- Funktsiooni teine tuletis.
- Liitfunktsioon ja selle tuletise leidmine.
- Trigonomeetriliste funktsioonide tuletised.
- Eksponent- ja logaritmifunktsiooni tuletis. Tuletiste tabel.

## **X kursus**

### **Tuletise rakendused**

- Puutuja tõus. Joone puutuja võrrand.
- Funktsiooni kasvamis- ja kahanemisvahemik; funktsiooni ekstreemum; ekstreemumi olemasolu tarvilik ja piisav tingimus. Funktsiooni suurim ja vähim väärtus lõigul.
- Funktsiooni graafiku kumerus- ja nõgususvahemik, käänupunkt.
- Funktsiooni uurimine tuletise abil.
- Funktsiooni graafiku skitseerimine funktsiooni omaduste põhjal.
- Funktsiooni tuletise kasutamise rakendusülesanded. Ekstreemumülesanded.

## **4.Õpitulemused**

### **VI kursuse lõpus õpilane:**

- 1) eristab juhuslikku, kindlat ja võimatut sündmust; selgitab sündmuse tõenäosuse mõistet ja omadusi;
- 2) selgitab permutatsioonide, kombinatsioonide ja variatsioonide tähendust ning leiab nende arvu;
- 3) selgitab sõltuvate ja sõltumatute sündmuste korrutise ning välistavate ja mittevälistavate sündmuste summa tähendust, arvutab reaalse eluga seotud sündmuste tõenäosusi;
- 4) arvutab erinevate, ka reaalse eluga seotud sündmuste tõenäosus;

- 5) selgitab juhusliku suuruse jaotuse olemust ning juhusliku suuruse arvkarakteristikute (keskväärtus, mood, mediaan, standardhälve) tähendust; kirjeldab binoom- ja normaaljaotust;
- 6) selgitab valimist hinnatud arvkarakteristiku usalduspiirkonna mõistet, leiab jaotusfunktsiooni abil üldkogumi keskväärtuse usalduspiirkonna;
- 7) püstitab uurimisküsimuse, kogub vajaliku andmestiku, analüüsib seda statistiliste vahenditega IKT abil ja hindab võimalikke statistiliste otsustustega seotud vigu;
- 8) koostab IKT vahendite abil tabelleid ja graafikuid andmete ja jaotuse visualiseerimiseks;
- 9) visualiseerib IKT vahendite abil kahe juhusliku suuruse hajuvusdiagrammi, kirjeldab sõltuvuse tugevust korrelatsioonikordaja abil.

### **VII kursuse lõpus õpilane:**

- 1) selgitab funktsiooni mõistet ja üldtähist ning funktsiooni uurimisega seonduvaid mõisteid;
- 2) kirjeldab graafiliselt esitatud funktsiooni omadusi; skitseerib graafikuid ning joonestab neid nii paberil kui ka arvutis;
- 3) leiab valemiga esitatud funktsiooni määramispiirkonna, nullkohad, positiivsus- ja negatiivsuspiirkonna nii algebraliseks kui ka arvutis; kontrollib, kas funktsioon on paaris või paaritu ja analüüsib arvutipõhiselt nende graafikute sümmeetria omadusi
- 4) kirjeldab funktsiooni  $y = f(x)$  graafiku seost funktsioonide  $y = f(x) + a$ ,  $y = f(x + a)$ ,  $y = f(ax)$ ,  $y = a f(x)$  graafikutega, visualiseerib vastavaid seoseid arvutis konkreetsete näidetega;
- 5) selgitab arvjada, aritmeetilise ja geomeetrilise jada ning hääbuva geomeetrilise jada mõistet;
- 6) selgitab aritmeetilise ja geomeetrilise jada üldliikme valemeid ning tuletab nende jadade  $n$  esimese liikme summa valemid ning hääbuva geomeetrilise jada summa valemi;
- 7) selgitab jada piirväärtuse olemust ning arvutab piirväärtuse; teab arvude  $\pi$  ja  $e$  tähendust;
- 8) tunneb ära ainealased ja reaalelulised probleemid, mis lahenduvad aritmeetilise ja geomeetrilise jada abil. Tõlgib need matemaatika keelde, lahendab matemaatilisel ning tõlgendab, hindab ja esitleb saadud tulemusi.

### **VIII kursuse lõpus õpilane:**

- 1) selgitab liitprotsendilise kasvamise ja kahanemise olemust;
- 2) ahendab reaalelulisi liitprotsendilise kasvamise ja kahanemise probleeme, hindab kriitiliselt saadud tulemusi;
- 3) kirjeldab eksponentfunktsiooni, sh funktsiooni  $y = e^x$  omadusi;
- 4) selgitab arvu logaritmi mõistet ja selle omadusi; logaritmit ning potentseerib lihtsamaid avaldisi, vahetab logaritmi alust;
- 5) kirjeldab logaritmifunktsiooni ja selle omadusi;
- 6) oskab leida eksponent- ja logaritmifunktsiooni pöördfunktsiooni;
- 7) joonestab paberil ja tarkvaraliste lahenduste abil eksponent- ja logaritmifunktsiooni graafikuid ning loeb graafikult funktsioonide omadusi;
- 8) lahendab lihtsamaid eksponent- ja logaritmivõrrandeid ning -võrratusi ( $\log_a f(x)$  suurem/väiksem kui  $\log_a g(x)$ );

- 9) tunneb ära ainealased ja reaalelulised probleemid, mis on kirjeldatavad ja lahendatavad eksponentsiaalsete ja/või logaritmiliste mudelite abil. Tõlgib need matemaatika keelde, lahendab matemaatiliselt ning tõlgendab, hindab ja esitleb saadud tulemusi.

### **IX kursuse lõpus õpilane:**

- 1) selgitab funktsiooni perioodilisuse mõistet ning leiab siinus-, koosinus- ja tangensfunktsiooni perioodi;
- 2) joonestab nii paberil kui ka tarkvaraliste lahenduste abil siinus-, koosinus- ja tangensfunktsiooni graafikuid ning loeb graafikutelt nende funktsioonide omadusi;
- 3) leiab algebraliselt lihtsamate trigonomeetriliste võrrandite erilahendid etteantud piirkonnas, kasutades üldlahendi valemit või funktsiooni graafikut;
- 4) selgitab funktsiooni piirväärtuse ja tuletise mõistet ning tuletise füüsikalist ja geomeetrilist tähendust;
- 5) esitab liitfunktsiooni lihtsamate funktsioonide kaudu;
- 6) rakendab funktsioonide summa, vahe, korrutise ja jagatise tuletise leidmise eeskirja, leiab funktsiooni esimese ja teise tuletise ning liitfunktsiooni tuletise, kasutades etteantud tuletiste tabelit.

### **X kursuse lõpus õpilane:**

- 1) koostab funktsiooni graafiku puutuja võrrandi etteantud kohal, kontrollib saadut tarkvaraliste lahenduste abil;
- 2) selgitab funktsiooni kasvamise ja kahanemise seost funktsiooni tuletise märgiga, funktsiooni ekstreemumi mõistet ning ekstreemumi leidmist;
- 3) leiab funktsiooni kasvamis- ja kahanemisvahemikud, ekstreemumid, funktsiooni graafiku kumerus- ja nõgususvahemikud ning käänupunkti, kontrollib saadut tarkvaraliste lahenduste abil;
- 4) uurib ainekavas etteantud funktsioone täielikult ja skitseerib funktsiooni leitud omaduste põhjal selle graafiku, kontrollib saadut tarkvaraliste lahenduste abil;
- 5) leiab funktsiooni suurima ja vähima väärtuse etteantud lõigul;
- 6) tunneb ära ainealased ja reaalelulised probleemid, mis on kirjeldatavad ja lahendatavad õpitud funktsioonide kui mudelite uurimise abil. Tõlgib need matemaatika keelde, lahendab matemaatiliselt ning tõlgendab, hindab ja esitleb saadud tulemusi.

## **5.Hindamine**

- Kujundav
- Jooksev
- Kokkuvõttev (kursus)

Jooksva hindamise puhul õpilasel peab olema mitte vähem kui 3 hinnet, mille alusel moodustab kursuse lõplik hinne.

Jooksev hindamine võib sisaldada:

- Hinded suulise vastuse eest
- Hinded kirjaliku küsitluse alusel

- Hinded praktiliste tööde eest
- Hindamine teemade kaupa

Tase	Tõenäosus, statistika
"5"	<p>Eristab juhuslikku, kindlat ja võimatut sündmust ning selgitab sündmuse tõenäosuse mõistet, liike ja omadusi. Selgitab permutatsioonide, kombinatsioonide ja variatsioonide tähendust ning leiab nende arvu. Selgitab sõltuvate ja sõltumatute sündmuste korrutise ning välistavate ja mittevälistavate sündmuste summa tähendust. Arvutab erinevate, ka reaalse eluga seotud sündmuste tõenäosusi. Selgitab juhusliku suuruse jaotuse olemust ning juhusliku suuruse arvkarakteristikute (keskväärtus, mood, mediaan, standardhälve) tähendust, kirjeldab binoom- ja normaaljaotust; kasutab Bernoulli valemit tõenäosust arvutades. Selgitab valimi ja üldkogumi mõistet, andmete süstematiseerimise ja statistilise otsustuse usaldatavuse tähendust. Arvutab juhusliku suuruse jaotuse arvkarakteristikuid ning teeb nende alusel järeldusi jaotuse või uuritava probleemi kohta. Leiab valimi järgi üldkogumi keskmise usalduspiirkonna; kogub andmestiku ja analüüsib seda arvutil statistiliste vahenditega.</p>
"4"	<p>Eristab juhuslikku, kindlat ja võimatut sündmust ning selgitab sündmuse tõenäosuse mõistet, liike ja omadusi. Selgitab permutatsioonide, kombinatsioonide ja variatsioonide tähendust ning leiab nende arvu. Selgitab sõltuvate ja sõltumatute sündmuste korrutise ning välistavate ja mittevälistavate sündmuste summa tähendust. Arvutab erinevate, ka reaalse eluga seotud sündmuste tõenäosusi. Selgitab juhusliku suuruse jaotuse olemust ning juhusliku suuruse arvkarakteristikute (keskväärtus, mood, mediaan, standardhälve) tähendust, kasutab Bernoulli valemit tõenäosust arvutades. Selgitab valimi ja üldkogumi mõistet, andmete süstematiseerimise ja statistilise otsustuse usaldatavuse tähendust. Arvutab juhusliku suuruse jaotuse arvkarakteristikuid. Leiab valimi järgi üldkogumi keskmise usalduspiirkonna; kogub andmestiku ja analüüsib seda arvutil statistiliste vahenditega.</p>
"3"	<p>Eristab juhuslikku, kindlat ja võimatut sündmust ning selgitab sündmuse tõenäosuse mõistet, liike ja omadusi. Selgitab permutatsioonide, kombinatsioonide ja variatsioonide. Selgitab sõltuvate ja sõltumatute sündmuste korrutise ning välistavate ja mittevälistavate sündmuste summa tähendust. Selgitab valimi ja üldkogumi mõistet. Selgitab juhusliku suuruse jaotuse olemust ning juhusliku suuruse arvkarakteristikute (keskväärtus, mood, mediaan, standardhälve) tähendust.</p>
"2"	<p>Osaliselt eristab juhuslikku, kindlat ja võimatut sündmust ning selgitab sündmuse tõenäosuse mõistet, liike ja omadusi. Osaliselt selgitab permutatsioonide, kombinatsioonide ja variatsioonide. Ei saa selgitada sõltuvate ja sõltumatute sündmuste korrutise ning välistavate ja mittevälistavate sündmuste summa tähendust. Selgitab valimi ja üldkogumi mõistet. Mittepiisavalt selgitab juhusliku suuruse jaotuse olemust ning juhusliku suuruse arvkarakteristikute (keskväärtus, mood, mediaan, standardhälve) tähendust.</p>
<b>Funktsioonid. Arvjadad.</b>	
"5"	<p>Selgitab funktsiooni mõistet ja üldtähist ning funktsiooni uurimisega seonduvaid mõisteid. Kirjeldab graafiliselt esitatud funktsiooni omadusi; skitseerib graafikuid ning joonestab neid arvutiprogrammidega. Selgitab pöördfunktsiooni mõistet, leiab funktsiooni pöördfunktsiooni ning skitseerib või joonestab vastavad graafikud. Esitab liitfunktsiooni lihtsamate funktsioonide kaudu. Leiab valemiga esitatud funktsiooni määramispiirkonna, nullkohad, positiivsus- ja negatiivsuspiirkonna algebralise; kontrollib, kas funktsioon on paaris või paaritu. Uurib arvutiga ning kirjeldab funktsiooni <math>y = f(x)</math> graafiku seost funktsioonide <math>y=f(x)+a</math>, <math>y = f(x + a)</math>, <math>y = f(ax)</math>,</p>

	<p><math>y = af(x)</math> graafikutega. Selgitab arvjada, aritmeetilise ja geomeetrilise jada ning hääbuva geomeetrilise jada mõistet. Tuletab aritmeetilise ja geomeetrilise jada esimese <math>n</math> liikme summa ja hääbuva geomeetrilise jada summa valemid, ning rakendab neid aritmeetilise ja geomeetrilise jada üldliikme valemide ülesandeid lahendades. Selgitab jada piirväärtuse olemust ning arvutab piirväärtuse; teab arvude <math>\pi</math> ja <math>e</math> tähendust. Lahendab elulisi ülesandeid aritmeetilise, geomeetrilise ning hääbuva geomeetrilise jada põhjal.</p>
“4”	<p>Selgitab funktsiooni mõistet ja üldtähist ning funktsiooni uurimisega seonduvaid mõisteid. Kirjeldab graafiliselt esitatud funktsiooni omadusi; skitseerib graafikuid. Selgitab pöördfunktsiooni mõistet, leiab lihtsama funktsiooni pöördfunktsiooni ning skitseerib või joonestab vastavad graafikud. Esitab liitfunktsiooni lihtsamate funktsioonide kaudu. Leiab valemiga esitatud funktsiooni määramispiirkonna, nullkohad, positiivsus- ja negatiivsuspiirkonna algebralise; kontrollib, kas funktsioon on paaris või paaritu. Kirjeldab funktsiooni <math>y = f(x)</math> graafiku seost funktsioonide <math>y=f(x)+a</math>, <math>y = f(x + a)</math>, <math>y = f(ax)</math>, <math>y = af(x)</math> graafikutega. Selgitab arvjada, aritmeetilise ja geomeetrilise jada ning hääbuva geomeetrilise jada mõistet. Teab aritmeetilise ja geomeetrilise jada esimese <math>n</math> liikme summa ja hääbuva geomeetrilise jada summa valemid ning rakendab neid ning aritmeetilise ja geomeetrilise jada üldliikme valemide ülesandeid lahendades. Selgitab jada piirväärtuse olemust ning arvutab piirväärtuse; teab arvude <math>\pi</math> ja <math>e</math> tähendust. Lahendab elulisi ülesandeid aritmeetilise, geomeetrilise ning hääbuva geomeetrilise jada põhjal.</p>
“3”	<p>Selgitab funktsiooni mõistet ja üldtähist ning funktsiooni uurimisega seonduvaid mõisteid. Selgitab pöördfunktsiooni ja liitfunktsiooni mõistet. Selgitab arvjada, aritmeetilise ja geomeetrilise jada ning hääbuva geomeetrilise jada mõistet. Teab aritmeetilise ja geomeetrilise jada esimese <math>n</math> liikme summa ja hääbuva geomeetrilise jada summa valemid. Selgitab jada piirväärtuse olemust, teab arvude <math>\pi</math> ja <math>e</math> tähendust.</p>
“2”	<p>Osaliselt selgitab funktsiooni mõistet ja üldtähist ning funktsiooni uurimisega seonduvaid mõisteid. Osaliselt selgitab pöördfunktsiooni ja liitfunktsiooni mõistet. Mittepiisavalt selgitab arvjada, aritmeetilise ja geomeetrilise jada ning hääbuva geomeetrilise jada mõistet. Ei tea aritmeetilise ja geomeetrilise jada esimese <math>n</math> liikme summa ja hääbuva geomeetrilise jada summa valemid. Mittepiisavalt Selgitab jada piirväärtuse olemust, teab arvude <math>\pi</math> ja <math>e</math> tähendust.</p>
	<b>EkspONENT- ja logARITMFUNKTSIOON.</b>
“5”	<p>Selgitab liitprotsendilise kasvamise ja kahanemise olemust. Lahendab liitprotsendilise kasvamise ja kahanemise ülesandeid. Kirjeldab eksponentfunktsiooni, sh funktsiooni <math>y = ex</math> omadusi. Selgitab arvu logaritmi mõistet ja selle omadusi; logaritmi ning potentsseerib lihtsamaid avaldise. Kirjeldab logaritmfunktsiooni ja selle omadusi. Joonestab eksponent- ja logaritmfunktsiooni graafikuid ning loeb graafikult funktsioonide omadusi. Lahendab lihtsamaid eksponent- ja logaritmvõrrandeid ning –võrratusi. Kasutab eksponent- ja logaritmfunktsioone reaalse elu nähtusi modelleerides ning uurides.</p>
“4”	<p>Selgitab liitprotsendilise kasvamise ja kahanemise olemust. Lahendab liitprotsendilise kasvamise ja kahanemise ülesandeid. Kirjeldab eksponentfunktsiooni, sh funktsiooni <math>y = e^x</math> omadusi. Selgitab arvu logaritmi mõistet ja selle omadusi; logaritmi ning potentsseerib lihtsamaid avaldise. Kirjeldab</p>



	logaritmfunksiooni ja selle omadusi. Joonestab eksponent- ja logaritmfunksiooni graafikuid ning loeb graafikult funktsioonide omadusi. Lahendab lihtsamaid eksponent- ja logaritm võrrandeid ning –võrratusi.
“3”	Selgitab liitprotsendilise kasvamise ja kahanemise olemust. Tunneb eksponentfunksiooni, sh funktsiooni $y = e^x$ omadusi. Selgitab arvu logaritmi mõistet ja selle omadusi. Tunneb logaritmfunksiooni ja selle omadusi. Tunneb eksponent- ja logaritmfunksiooni graafikuid.
“2”	Osaliselt selgitab liitprotsendilise kasvamise ja kahanemise olemust. Osaliselt tunneb eksponentfunksiooni, sh funktsiooni $y = e^x$ omadusi. Mittepiisavalt selgitab arvu logaritmi mõistet ja selle omadusi. Mittepiisavalt tunneb logaritmfunksiooni ja selle omadusi. Osaliselt tunneb eksponent- ja logaritmfunksiooni graafikuid.
	<b>Trigonomeetrilised funktsioonid. Funktsiooni piirväärtus ja tuletis.</b>
“5”	Selgitab funktsiooni perioodilisuse mõistet ning siinus-, koosinus- ja tangensfunktsiooni mõistet. Joonestab siinus-, koosinus- ja tangensfunktsiooni graafikuid ning loeb graafikult funktsioonide omadusi. Leiab lihtsamate trigonomeetriliste võrrandite üldlahendid ja erilahendid etteantud piirkonnas, lahendab lihtsamaid trigonomeetrilisi võrratusi. Selgitab funktsiooni piirväärtuse ja tuletise mõistet ning tuletise füüsikalist ja geomeetrilist tähendust. Tuletab funktsioonide summa, vahe, korrutise ja jagatise tuletise leidmise eeskirjad ning rakendab neid. Leiab funktsiooni esimese ja teise tuletise.
“4”	Selgitab funktsiooni perioodilisuse mõistet ning siinus-, koosinus- ja tangensfunktsiooni mõistet. Joonestab siinus-, koosinus- ja tangensfunktsiooni graafikuid. Leiab lihtsamate trigonomeetriliste võrrandite üldlahendid etteantud piirkonnas, lahendab lihtsamaid trigonomeetrilisi võrratusi. Selgitab funktsiooni piirväärtuse ja tuletise mõistet ning tuletise füüsikalist ja geomeetrilist tähendust. Teab funktsioonide summa, vahe, korrutise ja jagatise tuletise leidmise eeskirjad ning rakendab neid. Leiab funktsiooni esimese ja teise tuletise.
“3”	Teab funktsiooni perioodilisuse mõistet ning siinus-, koosinus- ja tangensfunktsiooni mõistet. Tunneb lihtsamate trigonomeetriliste võrrandite üldlahendid. Selgitab funktsiooni piirväärtuse ja tuletise mõistet ning tuletise füüsikalist ja geomeetrilist tähendust. Teab funktsioonide summa, vahe, korrutise ja jagatise tuletise leidmise eeskirjad.
“2”	Mittepiisavalt tunneb funktsiooni perioodilisuse mõistet ning siinus-, koosinus- ja tangensfunktsiooni mõistet. Osaliselt lihtsamate trigonomeetriliste võrrandite üldlahendid. Mittepiisavalt tunneb funktsiooni piirväärtuse ja tuletise mõistet ning tuletise füüsikalist ja geomeetrilist tähendust. Osaliselt teab funktsioonide summa, vahe, korrutise ja jagatise tuletise leidmise eeskirjad.
	<b>Tuletise rakendused.</b>
“5”	Koostab funktsiooni graafiku puutuja võrrandi. Selgitab funktsiooni kasvamise ja kahanemise seost funktsiooni tuletise märgiga, funktsiooni ekstreemumi mõistet ning ekstreemumi leidmise eeskirja. Leiab funktsiooni kasvamis- ja kahanemisvahemikud, ekstreemumid, funktsiooni graafiku kumerus- ja nõgususvahemikud ning

	käänupunkti. Uurib funktsiooni täielikult ja skitseerib funktsiooni omaduste põhjal graafiku. Leiab funktsiooni suurima ja vähima väärtuse etteantud lõigul. Lahendab rakenduslikke ekstreemumülesandeid (sh majandussisuga).
“4”	Koostab funktsiooni graafiku puutuja võrrandi. Selgitab funktsiooni kasvamise ja kahanemise seost funktsiooni tuletise märgiga, funktsiooni ekstreemumi mõistet ning ekstreemumi leidmise eeskirja. Leiab funktsiooni kasvamis- ja kahanemisvahemikud, ekstreemumid, funktsiooni graafiku kumerus- ja nõgususvahemikud ning käänupunkti. Uurib funktsiooni ja skitseerib funktsiooni graafiku. Leiab funktsiooni suurima ja vähima väärtuse etteantud lõigul. Püüab lahendada rakenduslikke ekstreemumülesandeid (sh majandussisuga).
“3”	Tunneb funktsiooni graafiku puutuja võrrandi. Tunneb funktsiooni kasvamise ja kahanemise seost funktsiooni tuletise märgiga, funktsiooni ekstreemumi mõistet ning ekstreemumi leidmise eeskirja. Teab funktsiooni uurimise skeemi.
“2”	Ei tunne piisavalt hästi funktsiooni graafiku puutuja võrrandi. Ei ole omandanud funktsiooni kasvamise ja kahanemise seost funktsiooni tuletise märgiga, funktsiooni ekstreemumi mõistet ning ekstreemumi leidmise eeskirja. Tunneb ebapiisavalt funktsiooni uurimise skeemi.

## 6.Õppekirjandus

- 1) Matemaatika 11.kl. L.Lepmann. T.Lepmann. K. Velsker. Kirjastus Koolibri.
- 2) Математика. Учебник для 11 класса. К.Вельскер, Л.Лепманн, Т. Лепманн. Колибри
- 3) Рабочая книга по математике для 11 класса. Matemaatika tööraamat 11. klassile (vene k). Аллар Веэлмаа, Pehme köide, värviline, A4, 124 lk, 2023
- 4) Koolimatemaatika käsiraamat. Kalle Velsker. Endel Jürimäe. Kirjastus Koolibri, 2001.
- 5) Matemaatika mõisted gümnaasiumile. Eesti-vene-eesti sõnastik. Tartu Ülikooli Kirjastus, 2010.
- 6) Matemaatika kontrolltööd 11.klassile. Viia Keeru, Egle Zoo. AS BIT, 2010.
- 7) Matemaatika valikülesannete kogu gümnaasiumile. Kirjastus Koolibri, 2001.
- 8) Matemaatika gümnaasiumikursuse kordamine. Allar Veelmaa. Mathema, 2009.
- 9) Matemaatika ülesannete kogu keskkoolile. Elts Abel\_ Erich Jõgi, Evi Mitt, Koolibri, 2001.

## 7.Õppevahendid

- õpik
- töövihik
- taskuarvuti
- tabelid
- makeedid (näitvahendid)
- projektor
- SMART-tahvel
- Matemaatika tarkvara programmid