**Kaldpinnal liikuva vankri koordinaadi, nihke, kiiruse ja kiirenduse graafikute uurimine**

**Vanuseaste:** gümnaasium

**Materjali tüüp:** õpilase tööleht

**Eesmärk:** uurida kaldrelsil liikuvat vankrit iseloomustavaid füüsikalisi suuruseid (nihe, kiirus, kiirendus) ja nende muutumist ajas ning määrata liikumise liik.

**Seos õpitulemustega:**

* teab mehaanika põhiülesannet (keha koordinaatide määramine suvalisel ajahetkel ja etteantud tingimustel);
* nimetab nähtuste *ühtlaselt kiirenev sirgjooneline liikumine* ja *ühtlaselt aeglustuv sirgjooneline liikumine* olulisi tunnuseid, oskab tuua näiteid;
* seletab füüsikaliste suuruste *kiirus*, *kiirendus*, *teepikkus* ja *nihe* tähendust, mõõtühikuid ning nende suuruste mõõtmise või määramise viise;
* rakendab ühtlaselt muutuva liikumise kirjeldamiseks liikumisvõrrandit ;
* rakendab ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise hetkkiiruse ja kiirenduse leidmiseks seost
* kujutab graafiliselt ja kirjeldab graafiku abil ühtlaselt muutuva sirgjoonelise liikumise kiiruse ning läbitud teepikkuse (nihke) sõltuvust ajast;
* sooritab praktilise töö ühtlaselt kiirenevalt liikuva keha koordinaadi, kiiruse ja kiirenduse määramise kohta, uurides kuulikese veeremist rennis ja kasutades fotoväravaid ning andmehõiveseadet.

**Põhimõisted:** teepikkus, nihe, hetkkiirus, kiirendus.

**Töövahendid:** lõpupiirajaga relss jalgadel, nutivanker Go Direct, Vernier`i andmelugeja, stopper, joonlaud.

**I OSA**

**Töö käik.**

1. Mõõda joonlauaga relsi otste esialgsed kõrgused. Tekita lauale asetatud relsi relsile väike kalle. Langeta jalgade küljes olevate kruvide keeramisega lõpupiirajaga varustatud relsi ots 2,5 cm teisest relsi otsast madalamale. Kaldenurka ei tohi katseseeria vältel muuta!
2. Kinnita lõpupiiraja asendisse, kus selle pind oleks kohakuti relsi serval asetseva joonlaua jaotisega 115 cm.
3. Vanker tuleks veerema lasta (mitte tõugata) see ots ees, millest on väljutatud põrkeraud. Kui vanker asetada relsile nii, et selle põrkeraua ots oleks kohakuti relsi serval asetseva joonlaua jaotisega 20 cm, on vankri maksimaalse nihke pikkus piki relssi 95 cm.
4. Järgnevalt mõõdagi nihke sooritamise aeg. Selleks aseta vanker relsile punktis 3 kirjeldatud asendisse ja fikseeri aeg vankri veerema laskmise hetkest kuni põrkeni lõpupiirajaga. Kanna mõõtmistulemus tabelisse.
5. Kuna katses esineb katsetajast tingitud juhuslik mõõtemääramatus (reaktsiooniaeg!), mõõda aega sama nihke korral veel 2 korda ja kanna ka need mõõtmistulemused tabelisse.
6. Teises ja kolmandas katseseerias aseta põrkeraua ots 15 cm võrra lõpupiirajale lähemale (vastavate nihete pikkused on juba kantud tabelisse) ning korda katseid.

Relsi otste kõrguste vahe h = 2,5 cm, kaldpinna kogupikkus L = 122 cm.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Katseseeria nr. | Nihe s /m | Aeg t1/ s | Aeg t2/ s | Aeg t3/ s | Keskm. aeg t /s | Kiirendus  a / m/s2 | Hetkkiirus  v / m/s |
| 1 | 0,95 |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 0,80 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 0,65 |  |  |  |  |  |  |

**II OSA**

**Töö käik.**

1. Käivita nutivanker ja andmelugeja.
2. Menüüst „Sensorid“ vali „juhtmevaba sensori seadistamine“ ja selle alt „Go Direct“. Oota veidi, kuni ekraanile ilmub sama ID number, mis on kirjutatud nutivankri küljele, vali see ja vajuta „Ok“.
3. Mõõtmisrežiim on ajapõhine ja soovituslik kestvus 5 sekundit.
4. Aseta vankri põrkeraua ots jällegi kohakuti relsi serval asetseva joonlaua jaotisega 20 cm. Puudutades punast kasti, saad avanenud menüüs valida selle koha relsil koordinaattelje alguspunktiks, puudutades välja „nulli“. Veel muuda telje suunda, valides menüüst „muuda märki“.
5. Vaata, et vankrike oleks täpselt algasendis. Käivita andmelugejas mõõtmine ning lase vanker veerema.
6. Ekraanile kuvatud graafikutelt on näha vankri koordinaadi ja kiiruse sõltuvus ajast. Määrake kiiruse graafikult tipupunkti puudutamise teel vankri maksimaalne kiirus ehk kiiruse hetkväärtus v vahetult enne põrget lõpupiirajaga ja kirjutage tulemus alljärgnevasse tabelisse.
7. Puudutades kiiruse graafiku teljel sõna „kiirus“ ja valides rippmenüüst „kiirendus“, tekib graafik, mis näitab kiirenduse sõltuvust ajast. Lohistades pliiatsiga üle ekraani, saate valida uuritava ajavahemiku. Vali menüüst „analüüs“ „statistika“ ja selle alt „kiirendus“. Kirjuta tabelisse kiirenduse keskmine väärtus ja standardhälve.
8. Vajutades ekraani parempoolses ülanurgas ikoonile „sahtel“, saad sooritada uue katse. Korda sama katset kaks korda ja täida tabel lõpuni.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Katse nr. | Nihe  s /m | Maksimaalne kiirus  v / m/s | Kiirendus  a / m/s2 | Standardhälve  Δa / m/s2 |
| 1 | 0,95 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

1. Vali menüüst „Graafik“ rippmenüüst „Kuva graafik“ ja seal „Kõik graafikud“ ning järgnevalt ikoonilt „mõõtmised“ rippmenüüst „Kõik mõõtmised“. Nüüd kuvatakse samasse teljestikku kõik kolm graafikujoont.
2. Uurides graafikuid, määra vankri liikumise liik ja seda liikumist kirjeldavad seosed.
3. Kasutades valitud seoseid, täida I osa tabelis arvutamise teel tühjad lahtrid ja võrdle tulemusi töö II osa tulemustega.
4. Uurides eelnevalt liikumist kirjeldavaid seoseid ennusta, milline on nihke s matemaatiline sõltuvus ajast t? Aga milline sõltuvus nihke s ja aja ruudu t2 vahel? Kumba neist on lihtsam graafikul uurida?
5. Joonista töö I osa tabeli alusel alljärgnevasse ruudustikku graafik, millel on kujutatud nihke s sõltuvust aja ruudust t2. Teljed ristuvad punktis (0 m; 0 s). Ära ühenda graafiku punkte vaid tõmba graafikule sõltuvust iseloomustav trendijoon. Kuidas seda graafikut saaks tõlgendada?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Anna hinnang enda sooritatud katse tulemustele.