



Рэспубліканская фізічная алімпіада 2026 года (III этап)

Тэарэтычны тур

9 клас.

Увага! Прачытайце гэтую старонку ў першую чаргу!

1. Поўны камплект складаецца з трох заданняў. Умова задання можа складацца з некалькіх пытанняў ці частак з пытаннямі.
2. Кожнае заданне ўключае ўмову задання і Лісты адказаў. Для рашэння задач выкарыстоўвайце рабочыя лісты. Частку з іх выкарыстоўвайце ў якасці чарнавікоў. Пасля заканчэння работы чарнавыя лісты перакрэсліце.

У чыставых рабочых лістах прывядзіце рашэнні задач (малюнкi, зыходныя ўраўненні, матэматычныя пераўтварэнні, графікі, канчатковыя вынікі). Журы будзе правяраць чыставыя рабочыя лісты. Акрамя таго, кожнае заданне ўключае Лісты адказаў. У адпаведныя графы Лістоў адказаў унесіце канчатковыя неабходныя адказы.

Для пабудовы графікаў, калі гэта патрабуецца па ўмове задачы, у Лістах адказаў падрыхтаваны адпаведныя бланкі. Графікі будуйце на гэтых бланках. Дубліраваць іх у рабочых лістах не патрабуецца.

3. Пры афармленні работы кожнае заданне пачынайце з новай старонкі. Пры недахопе паперы звяртайцеся да арганізатараў!
4. Падпісваць рабочыя лісты забараняецца.
5. Рэкамендуецца выкарыстанне інжынернага калькулятара (напрыклад, CASIO fx-991EX «CLASSWIZ»).
6. У ходзе работы вы можаце выкарыстоўваць ручкі чорнага ці сіняга колераў, алоўкі, чарцёжныя прылады.
7. З усімі пытаннямі, звязанымі з умовамі заданняў, звяртайцеся да арганізатараў алімпіяды.

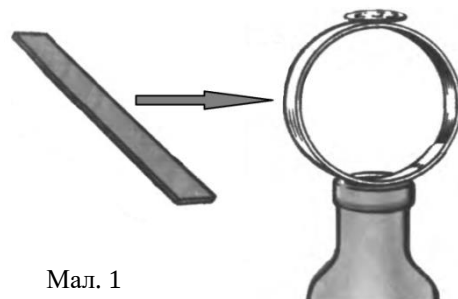


Пакет заданняў змяшчае:

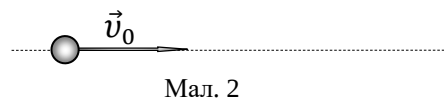
- тытульны ліст (1 с.);
- умовы 3 тэарэтычных заданняў з Лістамі адказаў (8 с.).

Заданне 9-1. «Размінка»

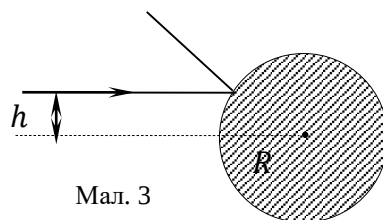
1. «Паглядзі і растлумач». На мал. 1 паказаны папулярны фізічны вопыт. Выразанае з пластыкавай бутэлькі кольца паставілі на шырокае рыльца пустой бутэлькі. На вяршыню кольца паклалі невялікую манету (або гайку) (гл. мал. 1). Рэзкім гарызантальным ударам лінейкі выб'ем пластыкавае кольца з-пад манеты. Што, на вашу думку, адбудзецца з манетай далей? Прааналізуйце мал. 1, у Лісце адказаў сцісла апішыце вынік дадзенага вопыту і абгрунтуйце яго з фізічнага пункта погляду.



2. «Шлях часціцы». Часціца, якая рухаецца прамалінейна (мал. 2) і роўнапаскорана (роўнапераменна), прайшла за прамежак часу t_1 шлях l_1 , а за прамежак часу $t_2 = 2t_1$ – шлях $l_2 = 2l_1$. Які шлях l_3 пройдзе часціца за прамежак часу $t_3 = 3t_1$? Чаму будзе роўная скорасць v часціцы ў гэты момант? Пачатковая скорасць $\vec{v}_0$ часціцы невядомая.



3. «Люстры шар». Прамень святла падае на паверхню люстранага шара паралельна восі, якая праходзіць праз цэнтр гэтага шара (мал. 3). Пасля адбіцця ад шара прамень паварочваецца на вугал $\alpha = 100^\circ$. Знайдзіце радыус R шара, калі адлегласць паміж падаючым праменем і воссю $h = 55,5$ мм.



Ліст адказаў. Заданне 9-1. «Размінка»

1. «Паглядзі і растлумач». Сціслае апісанне сутнасці вопыту (Што адбудзецца з манетай далей?):

Гэта тлумачыцца тым, што ...

2. «Шлях часціцы»

Шлях часціцы роўны: $l_3 =$

Скорасць часціцы: $v =$

3. «Люстрыны шар»

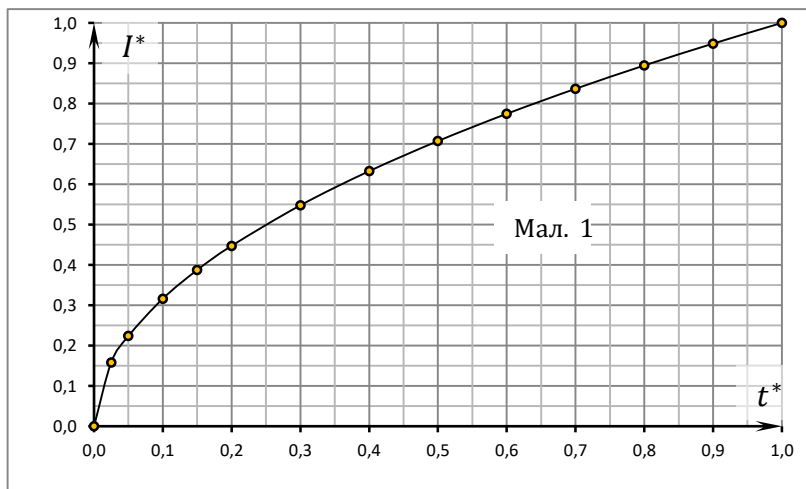
Радыус шара (формула): $R =$

Радыус шара (разлік): $R =$

Заданне 9-2. «Непастаянны ток»

Даведачныя даныя і параметры разглядаемай сістэмы: удзельная цеплаёмістасць вады $c_v = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

1. Сіла току I праз рэзістар супраціўленнем $R = 200 \text{ Ом}$ змяняецца з часам t так, як паказана на графіку (мал. 1). Пры пабудове графіка для зручнасці выкарыстаны папулярныя цяпер безразмерныя каардынаты $I^* = I(t)/I_0$ («безразмерная» сіла току) і $t^* = t/t_0$ («безразмерны час»), дзе $I_0 = 1,0 \text{ А}$, $t_0 = 10 \text{ мін}$ – размерныя маштабныя множнікі. Пункты на графіку залежнасці $I^*(t^*)$ зведзены ў табліцу 1.



Табліца 1. Залежнасць $I^*(t^*)$.

t^*	0,0	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
I^*	0,00	0,16	0,22	0,32	0,39	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95	1,00

Няхай імгненная магутнасць току (цеплавылучэння) на рэзістары $P(t)$. Увядзём паняцце «безразмернай магутнасці» току (цеплавылучэння) на рэзістары як $P^*(t^*) = P(t)/(I_0^2 R)$.

Разлічыце безразмерную імгненную магутнасць $P^*(t^*)$ для кожнага пункта на прыведзеным графіку. Вынікі вашых разлікаў унесіце ў табліцу 2 на Лісце адказаў.

2. Пабудуйце на Бланку 1 Ліста адказаў графік атрыманай залежнасці $P^*(t^*)$. Прааналізуйце атрыманую залежнасць, адзначце яе характар і асаблівасці.

3. Няхай уся колькасць цеплаты, якая вылучаецца на рэзістары R , ідзе на награванне вады масай $m = 0,10 \text{ кг}$. Знайдзіце, на колькі градусаў Δt ($^\circ\text{C}$) нагрэецца вада пры праходжанні току за прамежак часу $t_1 = 8,0 \text{ мін}$. Пачатковая тэмпература вады $t_0 = 0,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

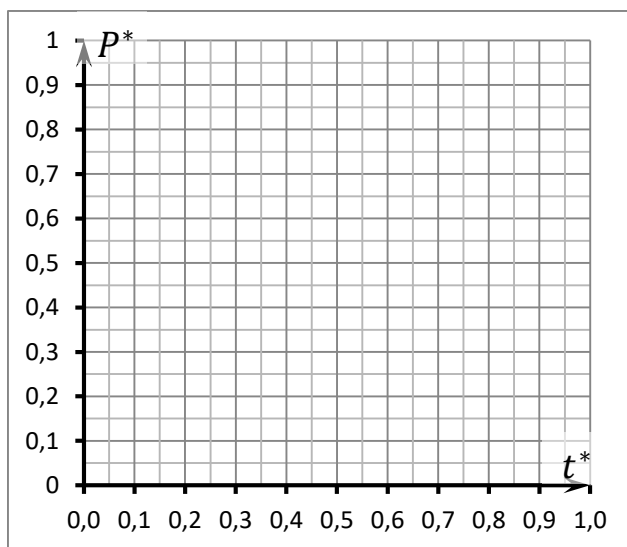
4. Праз які прамежак часу t_2 вада закіпіць?

Ліст адказаў. Заданне 9-2. «Непастаянны ток»

1. Табліца 2. Разлік безразмернай імгненнай магутнасці $P^*(t^*)$.

t^*	0,0	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
P^*														

2. Бланк 1. Пабудова графіка разлічанай залежнасці $P^*(t^*)$.

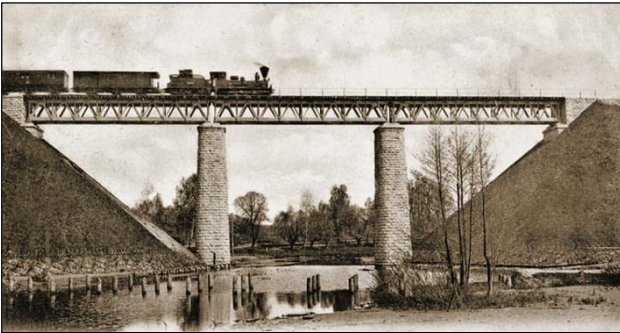


Характар і асаблівасці графіка:

3. Вада нагрэецца на Δt (°C) =

4. Вада закіпіць праз прамежак часу t_2 =

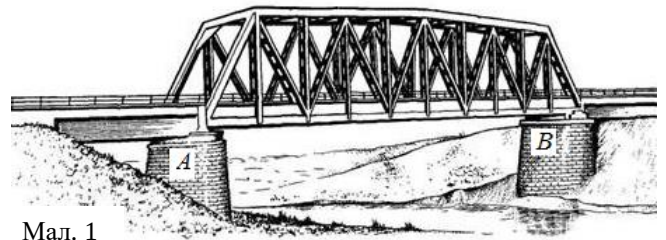
Заданне 9-3. «Чыгуначны мост»



Любыя інжынерныя канструкцыі папярэдне дакладна разлічваюцца, а іх паводзіны ў крытычных сітуацыях шматразова мадэліруюцца на прадмет надзейнасці і адпаведнасці патрабаванням бяспекі.

Разгледзім аднапалётны чыгуначны мост (мал. 1), па якім праходзіць доўгі цягнік (даўжэйшы за мост) з аднолькавымі вагонамі.

У апорах (устаях) A і B моста (гл. мал. 1) устаноўлі датчыкі «залішняй» вагі



Мал. 1

для адсочвання змянення сілы ціску моста на дадзеную апору пры праходжанні цягніка (г. зн. яны не ўлічваюць уласную вагу моста).

Пры разліках будзем лічыць, што маса адзінкі даўжыні (лінейная шчыльнасць) цягніка $\lambda = \left(\frac{\Delta m}{\Delta l}\right) = \text{const}$ ёсць велічыня пастаянная.

Пры такім падыходзе цягнік можна лічыць аднародным «рухальным ланцугом» (мал. 2).

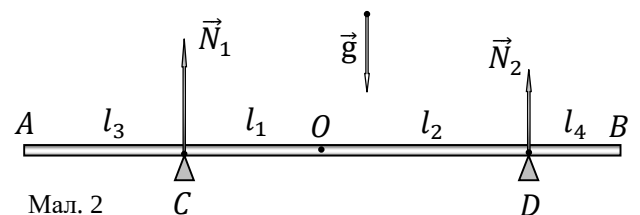
У рамках дадзенага задання вам трэба больш падрабязна разабраць працэс праходжання цягніка па мосце з інжынернага пункта погляду, вызначыць змяненні дынамічнай нагрузкі на кожную з апор пры гэтым.

Даведаныя даныя і параметры разглядаемай сістэмы: паскарэнне свабоднага падзення $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; трэнне і супраціўленне паветра ў дадзеным заданні не прымаць да ўвагі.

Частка 1. Бэлька на апорах

Перш чым разглядаць рух цягніка па аднародным мосце, разгледзім «пусты» мост, без цягніка. Нядрэннай мадэллю такой механічнай сістэмы з'яўляецца аднародная бэлька, якая ляжыць на двох апорах.

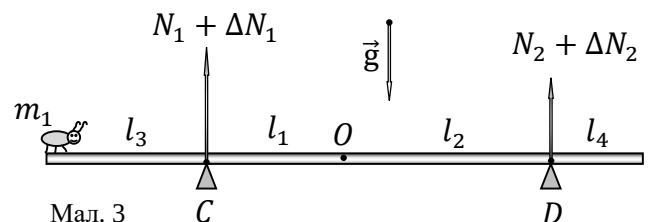
Разгледзім аднародную гарызантальную бэльку AB (мал. 2) масай m , якая знаходзіцца ў стане спакою на кропкавых апорах C і D (гл. мал. 2). Адлегласці ад цэнтра мас O (мал. 2) бэлькі да апор роўныя $OC = l_1$, $OD = l_2$. Краі бэлькі, што «выступаюць», маюць даўжыню $AC = l_3$, $DB = l_4$ адпаведна. Плошча папярочнага сячэння бэлькі пастаянная.



Мал. 2

1.1 Знайдзіце модулі N_1 і N_2 сіл рэакцый, якія дзейнічаюць на бэльку ў апорах C і D адпаведна.

1.2 Няхай у пункт A бэлькі сеў невялікі, але цяжкі жучок (мал. 3) масай m_1 . Знайдзіце змяненні ΔN_1 і ΔN_2 модуляў сіл рэакцый, якія дзейнічаюць на бэльку ў кожнай з апор. Укажыце знакі кожнага са змяненняў.



Мал. 3

1.3 Пры якой мінімальнай масе жучка m_2 сіла рэакцыі N_2 , якая дзейнічае на бэльку ў правай апоры, будзе мець значэнне нуль?

Частка 2. Доўгі цягнік

9 клас. Тэарэтычны тур. Варыянт 1

Няхай па мосце даўжынёй $AB = l_0$ (мал. 4) праходзіць «аднародны» цягнік даўжынёй $3l_0$ з аднолькавымі вагонамі.

Разгледзім сістэму ў момант, калі на мосце аказалася частка цягніка даўжынёй x (гл. мал. 4).

2.1 Знайдзіце залежнасці залішніх сіл рэакцый $N_1(x)$ і $N_2(x)$ у апорах A і B моста, адпаведна, ад x .

2.2 Увядзём безразмерныя

(прыведзеныя) каардынаты для сілы

рэакцыі $N^* = N/(\lambda g l_0)$ і для даўжыні

$x^* = x/l_0$. Атрымайце залежнасці

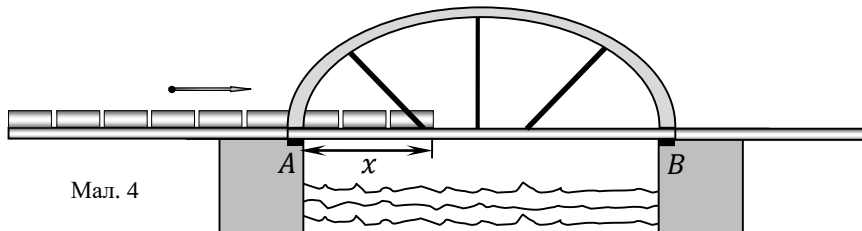
$N_1^*(x^*)$ і $N_2^*(x^*)$. Разлічыце

атрыманыя залежнасці і ў Лісце

адказаў запоўніце табліцу 3. Пабудуйце на Бланку 2 Ліста адказаў атрыманыя залежнасці ў інтэрвале $0 \leq x^* \leq 1$.

2.3 Пры якім x_1^* рознасць прыведзеных сіл ціску $N_1^*(x^*)$ і $N_2^*(x^*)$ максімальная?

2.4 Пры якім x_2^* сума прыведзеных сіл ціску $N_1^*(x^*)$ і $N_2^*(x^*)$ максімальная?



Ліст адказаў. Заданне 9-3. «Чыгуначны мост»

Частка 1. Бэлька на апорах

1.1 Модулі сіл рэакцый (формулы):

$$N_1 =$$

$$N_2 =$$

1.2 Змяненні модуляў сіл рэакцый (формулы):

$$\Delta N_1 =$$

$$\Delta N_2 =$$

1.3 Мінімальная маса жучка m_2 (формула):

$$m_2 =$$

Частка 2. Доўгі цягнік

2.1 Залішнія сілы рэакцый (формулы):

$$N_1(x) =$$

$$N_2(x) =$$

2.2 Безразмерныя залежнасці для сіл рэакцый (формулы):

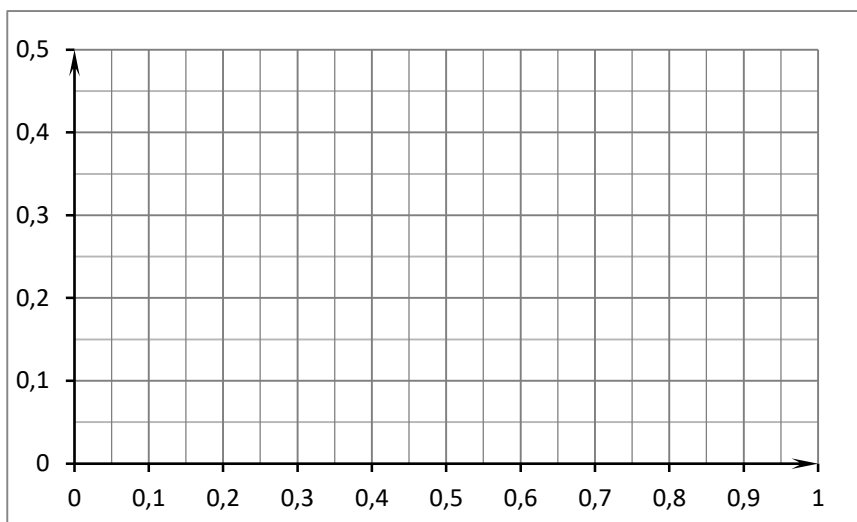
$$N_1^*(x^*) =$$

$$N_2^*(x^*) =$$

2.2 Табліца 3. Разлік атрыманых залежнасцей $N_1^*(x^*)$ і $N_2^*(x^*)$.

x^*	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$N_1^*(x^*)$											
$N_2^*(x^*)$											

2.2 Бланк 2. Пабудова графікаў разлічаных залежнасцей $N_1^*(x^*)$ і $N_2^*(x^*)$:



2.3 Рознасць прыведзеных сіл ціску $N_1^*(x^*)$ і $N_2^*(x^*)$ максімальная пры:

$$x_1^* =$$

2.4 Сума прыведзеных сіл ціску $N_1^*(x^*)$ і $N_2^*(x^*)$ максімальная пры:

$$x_2^* =$$