

С.У.Гончаренко, Є.В.Коршак

# **ФІЗИКА**

## **ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ**

*Випуск 2*

**9 - 11 класи**

Тернопіль  
“Навчальна книга – Богдан”  
1999

ББК 22.3  
Г65

**Рецензенти:** *Бовсунівський Л.Й.* — викладач Тернопільського державного педагогічного університету  
*Зубков В. І.* — вчитель фізики

**Комп'ютерний набір та верстка:** *Побережник О.В.*

**Редактор:** *Будний Б.Є.*

Г65 Гончаренко С.У., Коршак Є.В.  
**Фізика. Олімпіадні задачі. Випуск 2. 9-11 класи.**— Тернопіль:  
“Навчальна книга—Богдан”, 1999.— 200с.

**ISBN 966-7437-32-9**

Збірник містить близько 850 задач, які пропонувалися на республіканських олімпіадах України, Білорусії, Вірменії, Молдови тощо, московських, ленінградських, новосибірських міських і всеросійських олімпіадах, на національних олімпіадах Болгарії, Польщі, Угорщини та інших країн. Вміщено також задачі, які протягом останніх 20 років рекомендувалися Центральним оргкомітетом всесоюзної фізико-математичної олімпіади школярів для республіканських олімпіад. До задач дано відповіді, короткі рекомендації щодо розв'язання або ж самі розв'язки.

Посібник має на меті допомогти учням самостійно підготуватися до фізичних олімпіад чи конкурсних екзаменів в вузи з підвищеними вимогами до знань з фізики, а вчителям — у доборі задач для проведення шкільних, районних, міських і обласних турів олімпіад, в організації поглибленого вивчення фізики та факультативних занять.

Призначений для учнів і вчителів фізики загальноосвітніх, професійно-технічних та середніх спеціальних шкіл, студентів фізико-математичних факультетів педінститутів.

ISBN 966-7437-32-9

ББК 22.3

Всі права застережені  
All rights reserved

© Гончаренко С.У., Коршак Є.В., 1999  
© “Навчальна книга – Богдан”, 1999

---

## ПЕРЕДМОВА

Сучасний етап розвитку наукового і технічного потенціалу вимагає якісної підготовки висококваліфікованих спеціалістів у галузі фізики і техніки. Успішне розв'язання цього завдання неможливе без істотного підвищення рівня вивчення фізики в середній школі, раннього виявлення й розвитку інтересу і творчих здібностей учнів. Важливу роль у вихованні обдарованої учнівської молоді і в орієнтації її на вибір майбутньої професії відіграють фізичні олімпіади. Вони пропагують науково-технічні знання, сприяють розвитку творчого мислення, наполегливості й цілеспрямованості, залученню їх до серйозних занять фізикою.

Фізичні олімпіади набули в Україні великого поширення й масовості — проводяться шкільні, районні, обласні олімпіади, а з 1964 року — республіканські олімпіади, переможці яких є постійними учасниками різних фізичних олімпіад.

Досвід проведення олімпіад переконує, що, як правило, найбільшого успіху в них досягають учні тих шкіл, де ведеться добре продумана індивідуальна робота з найбільш здібними та обдарованими дітьми, систематична і цілеспрямована підготовка до олімпіад. Вона полягає в тому, що в міру засвоєння тих чи інших тем з курсу фізики учням пропонують для розв'язання не лише типові, а й задачі олімпіадного характеру, які вимагають уміння застосовувати закони фізики в незнайомій ситуації, розвинутої фізичної інтуїції.

У даному посібнику містяться теоретичні й експериментальні завдання з усіх розділів шкільного курсу фізики, які, в основному, не виходять за рамки діючої програми. Разом з тим до збірника входить ряд задач з тем, що не вивчаються в школі в повному обсязі, але доступні найбільш сильним учням, а також задачі, для розв'язання яких слід застосувати відомі учням елементи вищої математики. При доборі завдань автори виходили з того, що олімпіадна задача має бути насамперед цікавою для учнів і повчальною. Цікавою — оскільки для збудження інтересу необхідно розвинути допитливість дитини, повчальною — щоб вона могла принести їй користь у майбутньому.

Значну частину збірника становлять оригінальні або ж маловідомі задачі. Включено також найбільш цікаві задачі, що пропонувалися на олімпіадах в Болгарії, Польщі, Угорщині та інших країнах. Як і в будь-якому збірнику задач, автори претендують переважно на роль упорядників і редакторів задач. Найскладніші задачі детально розв'язані, що допоможе в роботі організаторам шкільних, районних і обласних олімпіад, а також виявиться корисним для школярів, які цікавляться фізикою й готуються до олімпіад.

# ЗАДАЧІ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧНОГО ТУРУ

9 – 11 класи

## МЕХАНІКА

1. Людина перебуває на відстані  $d = 50$  м від дороги, по якій зі швидкістю  $v_1 = 10$  м/с їде автобус. У якому напрямі має бігти людина з швидкістю  $v_2 = 3$  м/с, щоб зустрітися з автобусом, якщо відстань до нього була  $l = 200$  м? При якій мінімальній швидкості людина зустрінеться з автобусом?
2. Літак піднімається вгору з швидкістю  $v = 700$  км/год і за  $t = 4$  хв досягає висоти  $h = 4$  км. З якою швидкістю рухається по поверхні Землі тінь від літака, якщо Сонце в зеніті?
3. Автомобілі в колоні біля обмежувального знаку зменшують свою швидкість від  $v_1$  до  $v_2$ . Якою має бути початкова дистанція між ними, щоб вони не зіштовхнулися? Довжина кожного автомобіля  $l$ .
4. Хлопчик пливе з швидкістю, вдвічі меншою за швидкість течії річки. У якому напрямі він повинен пливати до другого берега, щоб його знесло течією якомога менше?
5. Поперек річки, швидкість течії якої  $u$ , пливе човен. Швидкість човна відносно води  $v_0$  спрямована під кутом  $\alpha$  до лінії, перпендикулярної до течії річки. Під яким кутом  $\varphi$  відносно тієї ж лінії рухається човен? Яка швидкість його відносно берегів? Під яким кутом має пливати човен, щоб при заданих  $u$  і  $v_0$  перепливати річку перпендикулярно до течії?
6. Два катери з різними швидкостями плывуть за течією річки. Коли вони порівнялися, з одного із них у воду кинули рятівний круг. Через якийсь час після цього обидва катери одночасно повернули назад. Який з них зустріне круг раніше?
7. На висоті  $h$  надзвуковий літак пролітає над спостерігачем, який почув звук двигунів через час  $t$  після цього. Визначити швидкість літака. Швидкість звуку в повітрі  $u$ .
8. Людина під дощем у безвітряну погоду вимокне за  $t_1 = 2$  хв; йдучи з швидкістю  $v_1 = 5$  км/год — за  $t_2 = 1$  хв. За який час  $t_3$  вона змокне, якщо побіжить з швидкістю  $v_2 = 20$  км/год? “Змокнути” означає, що на людину потрапить певна кількість води.

9. Двоє тіл почали рух одночасно з точок  $A$  і  $B$  з однаковими (за модулем) швидкостями  $v_1$  і  $v_2$  (рис. 1). Яка найменша відстань буде між тілами, якщо відомо, що  $AD = a$ ;  $BD = b$ ;  $\angle ADB = \alpha$ .

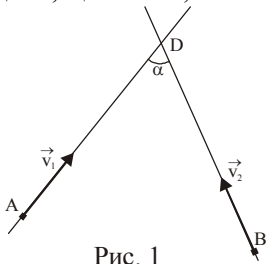


Рис. 1

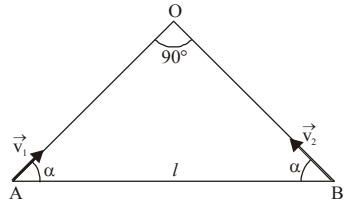


Рис. 2

10. З міст  $A$  і  $B$ , відстань між якими  $l$ , одночасно виїхали два автомобілі з швидкостями  $v_1$  і  $v_2$ . Вектори швидкостей утворюють з лінією  $AB$  однакові кути  $\alpha = 45^\circ$  (рис. 2). Вважаючи рух автомобілів рівномірним і прямолінійним, визначити мінімальну відстань між ними.

11. Із порту  $A$  відправляється теплохід із швидкістю  $v$  під кутом  $\alpha$  до прямої  $AB$  (рис. 3). Під яким кутом  $\beta$  до лінії  $AB$  має вирушити з порту  $B$  катер із швидкістю  $u$ , щоб зустрітися з теплоходом? Катер і теплохід починають рух одночасно.



Рис. 3

12. З аеродромів  $A$  і  $B$ , відстань між якими  $l$ , одночасно вилітають два літаки з швидкостями  $v_1$  і  $v_2$ . Напрямок польоту першого літака становить з лінією  $AB$  кут  $\alpha$ , а другого —  $\beta$  (обидва кути гострі). Визначити мінімальну відстань між літаками.

13. Два автомобілі наближаються до перехрестя взаємно перпендикулярними дорогами з швидкостями  $v_1 = 54$  км/год і  $v_2 = 72$  км/год. Перший автомобіль на відстані  $l_1 = 2,7$  км від перехрестя, другий —  $l_2 = 4,8$  км. Визначити мінімальну відстань між автомобілями і час, через який відстань стане мінімальною.

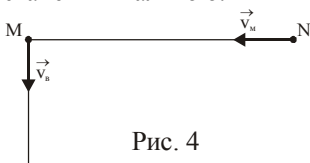


Рис. 4

14. З міст  $M$  і  $N$  (рис. 4), відстань між якими  $l = 145$  км, одночасно виїхали велосипедист і мотоцикліст із швидкостями  $v_B = 5$  м/с і  $v_M = 20$  м/с. Через який час відстань між ними виявиться мінімальною?

15. Два автомобілі рухаються по взаємно перпендикулярних дорогах з швидкостями  $v_1 = 30$  м/с і  $v_2 = 20$  м/с. У момент, коли відстань між автомобілями була мінімальною, перший автомобіль перебував на відстані  $s_1 = 500$  м від точки перетину доріг. На якій відстані  $s_2$  від цієї точки перебував у цей момент другий автомобіль?

16. Біля вертикальної стіни стоять два хлопчики на відстанях  $l_1$  і  $l_2$  від неї і  $d$  один від одного. Перший хлопчик голосно викрикує коротке слово. За який час  $\tau$  він має сказати його, щоб другий хлопчик почув збіг кінця слова з початком луни? Швидкість звуку  $v$ .

17. Штурман, перебуваючи на містку морського грузового транспорту, який йде на північний схід із швидкістю  $v_1 = 8,2$  м/с, визначив модуль і напрям відносної швидкості другого корабля. Вона виявилась спрямованою на захід і дорівнювала  $v_b = 11,5$  м/с. Визначити модуль і напрям швидкості другого корабля відносно Землі.

18. Корабель іде на схід з швидкістю  $v_1 = 6,2$  м/с, при цьому флюгер на мачті показує південний вітер. Корабель змінив курс і йде на північ з попередньою за модулем швидкістю, флюгер тепер показує західний вітер. Визначити модуль і напрям швидкості вітру відносно Землі, вважаючи її сталою. Назва курсу вказує, куди йде корабель, назва вітру — звідки він дме.

19. Вимпел на мачті катера утворює кут  $\alpha_1 = 120^\circ$  з його курсом при швидкості  $v_1 = 20$  км/год. При вдвічі більшій швидкості катера цей кут дорівнює  $\alpha_2 = 150^\circ$ . Визначити швидкість вітру. При якій швидкості вимпел відхилиться на  $\alpha_3 = 90^\circ$  від курсу катера?

20. Визначаючи швидкість корабля відносно води, здійснюють його пробіг уздовж спеціально обладнаної мірної прямої лінії в двох взаємно протилежних напрямках. При цьому час пробігу в одному напрямі  $t_1 = 9$  хв 20 с, а час пробігу в зворотньому напрямі  $t_2 = 11$  хв 10 с. Довжина мірної лінії  $s = 5,5$  км. Визначити швидкість судна відносно води, знаючи, що в районі випробувань є невідома стала за величиною і напрямом течія.

21. З пункту  $A$  на березі каналу з нерухомою водою треба потрапити в пункт  $B$  на протилежному березі (рис. 5). Людина пливе через канал на човні з швидкістю  $v_1$ , а далі йде пішки з швидкістю  $v_2$ . Довести, що з  $A$  в  $B$

найшвидше вона потрапить, якщо 
$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2}.$$

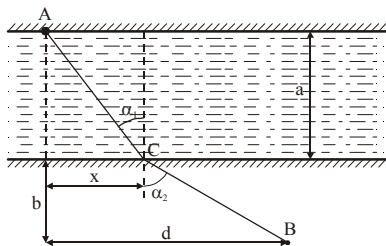


Рис. 5

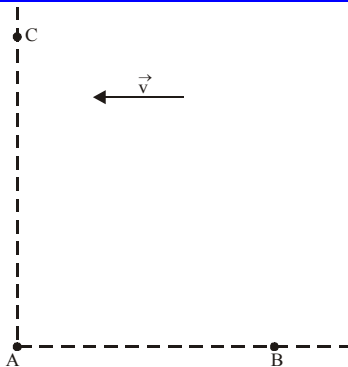


Рис. 6

22. У напрямі, вказаному стрілкою (рис. 6), дме вітер із швидкістю  $v$ . З пункту  $A$  одночасно вилітають два літаки з однаковою швидкістю  $u$ . Один летить проти вітру до пункту  $B$ , і, досягнувши його, повертається в пункт  $A$ . Другий літак летить перпендикулярно до напрямку вітру до пункту  $C$ . Досягнувши його, він теж повертається в пункт  $A$ . Відстані  $AB$  і  $AC$  однакові. Який з літаків повернеться в пункт  $A$  раніше і в скільки разів менше часу затратить на політ?

23. По прямій  $OB$  рухається з швидкістю  $v$  надзвуковий літак, за польотом якого спостерігають з точки  $A$  (рис. 7). Кут  $\angle BOA$  за час спостереження практично не змінюється. Радіостанція літака випускає два короткі імпульси — один з малою, другий з великою інтенсивністю (рис. 8), інтервал між якими  $\tau$ . За яких умов спостерігач зареєструє спочатку імпульс з великою інтенсивністю, а потім з малою?  $OA = L$ , швидкість звуку  $c$ .

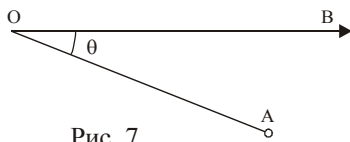


Рис. 7

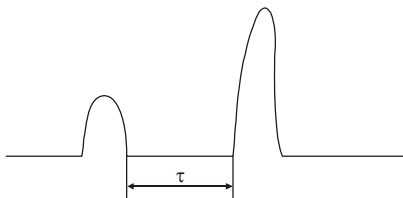


Рис. 8

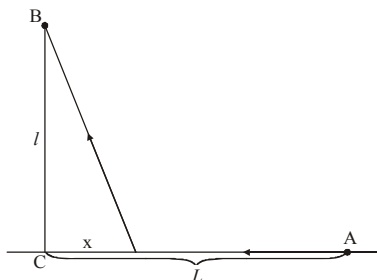


Рис. 9

24. Хлопці організували на березі моря змагання. Стартуючи з точки  $A$  (рис. 9) на березі, треба досягти буйка  $B$ , розташованого на відстані  $l = 120$  м

від берега. Берегову лінію вважати прямою; відстань від точки старту до основи перпендикуляра  $BC$ , опущеного на цю лінію,  $L = 200$  м. Кожен мав право пробігти будь-яку відстань берегом, а потім пливти до буйка. Переможцем вважається той, хто швидше допливе до буйка. З якої точки берега найвигідніше почати пливти до буйка хлопцеві, швидкість бігу якого піщаним берегом  $v_1 = 13$  км/год, а швидкість плавання  $v_2 = 5$  км/год?

25. З батареї спостерігають літак, який летить горизонтально з швидкістю  $v = 1080$  км/год на висоті  $h = 2500$  м. Коли літак був над батареєю, в нього вистрілили снарядом із швидкістю  $v_0 = 600$  м/с під кутом  $\alpha_0$  до горизонту. При якому куті  $\alpha_0$  снаряд влучить у літак? Визначити відстань по горизонталі між гарматою і точкою, в якій снаряд влучить у літак, і час  $t$ , що мине від пострілу до влучення снаряда.

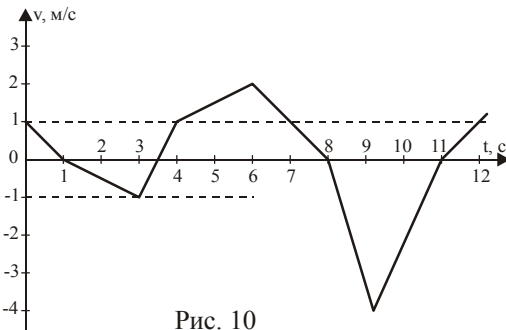


Рис. 10

26. Дано графік залежності швидкості точки від часу (рис. 10). На яку максимальну відстань від початкового положення відхилялась точка за цей час?

27. Залежність  $v(t)$  має вигляд половини еліпса (рис. 11). Максимальна швидкість  $v_m$ , а повний час руху  $t$ . Чому дорівнює пройдений шлях і середня швидкість? Чи можливий на практиці такий рух?

швидкість? Чи можливий на практиці такий рух?

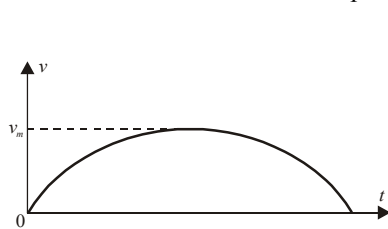


Рис. 11

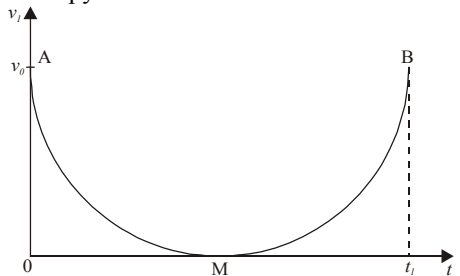


Рис. 12

28. Залежність  $v_1(t)$  першого тіла зображується дугою півкола  $AMB$  (рис.12). За час  $t_1$  це тіло пройшло такий самий шлях, як і друге, що рухалося з швидкістю  $v_2 = 50$  м/с. Визначити початкову швидкість  $v_0$  першого тіла.