

О. Ю. Орлянський

***Тотуємось
до районних олімпіад
з фізики***

Харків
Видавнича група «Основа»
2015

УДК 37.016
ББК 74.26
О-66

Орлянський О. Ю.

О-66 Готуємось до районних олімпіад з фізики. — Х. : Вид. група «Основа», 2015. — 272 с.

ISBN 978-617-00-2256-1.

До збірника увійшли задачі, які були запропоновані на другому етапі Всеукраїнської олімпіади з фізики у місті Дніпропетровську та районах Дніпропетровської області протягом 1999–2013 рр., а також для 8 класів на третьому (обласному) етапі Всеукраїнської олімпіади з фізики у Дніпропетровській області (за 1999, 2003, 2005–2007 роки).

До задач надані відповіді, коментарі та розв'язки. Збірник містить багато оригінальних завдань, які публікуються вперше. Розглянуті типові ідеї та методи розв'язування олімпіадних задач із фізики.

Для всіх тих, хто цікавиться фізикою й розв'язуванням задач підвищеної складності.

**УДК 530
ББК 22,33**

ISBN 978-617-00-2256-1

© Орлянський О. Ю., 2014
© ТОВ «Видавнична група “Основа”», 2015

Зміст

Вступ	4
Умови задач Всеукраїнської олімпіади з фізики у Дніпропетровській області	8
II етап олімпіади за 1999–2013 роки, 7–8 класи	8
7 клас	8
8 клас	12
III етап олімпіади за 1999, 2003, 2005–2007 роки, 8 клас	42
II етап олімпіади за 1999–2013 роки, 9–11 класи	48
9 клас	48
10 клас	74
11 клас	100
Розв’язки, відповіді та коментарі	127
II етап олімпіади за 1999–2013 роки, 7–8 класи	127
7 клас	127
8 клас	131
III етап олімпіади за 1999, 2003, 2005–2007 роки, 8 клас	162
II етап олімпіади за 1999, 2003, 2005–2007 роки, 9–11 класи	170
9 клас	170
10 клас	196
11 клас	230
Додатки	265
<i>Таблиця 1. Методи й задачі</i>	265
<i>Таблиця 2. Теми й задачі</i>	267

Вступ

Розв'язування олімпіадних задач із фізики дуже корисне для розвитку мислення, незважаючи на те, ким стане в майбутньому молода людина. Цей досвід безпосередньо або опосередковано обов'язково стане в пригоді, дозволить успішно конкурувати, генерувати нові ідеї й знаходити несподівані розв'язання життєвих проблем. Фізика — найбільш математизована природнича наука, яка не тільки вивчає й пояснює основні аспекти світобудови: від елементарних частинок, з яких складається все, зокрема ми з вами, до планет, зір, галактик, усього Всесвіту. Фізика також є головною рушійною силою людства, основою сучасних технологій і процвітання цивілізації. Літаки, автомобілі, залізничний транспорт, мобільні телефони, планшети, комп'ютери, телевізори, холодильники, міксери й комбайни, навіть освітлення й опалення — усе це працює завдяки фізиці. Вона вчить розуміти й використовувати навколишній світ і робить це точніше й переконливіше, ніж будь-що. Фізика є потужною магією людства за своїми можливостями й швидкістю перетворень. Різноманіття навколишніх явищ, їхні численні незвичні аспекти наповнюють її арсенал широким спектром задач різної складності й на різні смаки. З творчістю насамперед пов'язані олімпіадні задачі, які потребують і чіткого логічного мислення, заснованого на здобуття знаннях, і парадоксальної здогадки або навіть невеликого відкриття. Під час розв'язування одних задач доводиться проводити складні, а інколи й громіздкі перетворення й розрахунки, демонструючи наполегливість та високий рівень математичної культури. Розв'язок інших задач (а іноді й тих самих) може вміститися у два-три речення. Але ці речення багато чого варті!

Зазвичай олімпіадні задачі цікаві за змістом. Вони дивують, інколи навіть шокують і суперечать здоровому глузду. Буває, що спочатку не зрозуміло, з якого боку до них підійти. Це схоже на продовження життя тих загадок, які ми так полюбили в дитинстві, і, мабуть, на початок тих, які Всесвіт ставить перед людством, а життя — перед кожною дорослою особистістю. Уміння знаходити відповіді на складні запитання є тим, що робить людину цінною для суспільства й служить запорукою її успіху. Звісно, життя на-

багато складніше від олімпіадних завдань, але добре розвинене мислення допомагає не помилитися на його шляхах.

П'ятнадцять років поспіль автор цього посібника складав завдання другого етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики у Дніпропетровській області для 8–11 класів, а в 1999 та 2004 роках — і для 7 класів.

Районні олімпіади — перше серйозне змагання, у якому бере участь велика кількість школярів. У школі й так усі знають (або вважають, що знають), хто з якого предмета сильніший. Але позмагатися з представником іншої школи, якого навчали незнайомі вчителі в інших класах, завжди відповідально й цікаво.

Слід відзначити особливість проведення другого етапу олімпіади в місті Дніпропетровську. Після першого етапу в школах, гімназіях та ліцеях проводять додаткові олімпіади в районах міста, переможців яких запрошують на другий етап олімпіади в розміщенні однієї з великих шкіл Дніпропетровська.

За рахунок додаткового туру й спеціалізованих навчальних закладів рівень учасників другого етапу олімпіади в Дніпропетровську в середньому вищий від загальнообласного. Враховуючи це, а також у зв'язку з тим, що пакети з умовами завдань для районів області відправляють заздалегідь, тексти задач, над якими одночасно працюють у Дніпропетровську й поза його межами, частково відрізняються. Усе це знайшло відображення в збірнику. Спочатку наведені ті тексти, які пропонували в районах області (позначка — буква «Р»), потім ті, над якими працювали в Дніпропетровську (позначка — буква «Д»). Так, наприклад, номер задачі 2 (9, 2001Р) означає, що ця задача була другою в завданнях для 9 класу у 2001 році в районах області. Номер 5 (11, 2004Д) позначає п'яту задачу в завданнях для 11 класу у 2004 році в Дніпропетровську. Задачі наведені в хронологічному порядку за класами; спочатку всі умови, а потім розв'язки. За номером задачі на відкритій навманні сторінці легко зорієнтуватися, у якому напрямку слід шукати потрібний клас, рік та варіант. Деякі задачі, запропоновані в районах і Дніпропетровську, співпадають. Для зручності їхні умови та відповіді наведено двічі, за винятком тих випадків, коли відповіді супроводжуються значними за обсягом розв'язками. Тоді один із варіантів містить розв'язок, а другий — посилання на нього.

Завдання 2008 р., а також 2011–2013 рр. не мають позначень «Р» або «Д». Це означає, що й у районах, і в Дніпропетровську був єдиний комплект завдань. 2008 року, напередодні олімпіади, кафедра теоретичної фізики ДНУ, завідувачем якої на той час був автор, святкувала своє 80-річчя. Дефіцит часу не дозволив скласти

два якісні варіанти. З 2011 р. змінилися умови проведення олімпіади, зокрема форма передавання завдань на місця. Тепер це диск з архівом, ключ до якого повідомляють електронною поштою або телефоном напередодні олімпіади.

Щоб пристосувати однакові завдання до різного рівня учасників, майже кожна задача в останні роки містить декілька запитань, від простих до доволі складних. Районними олімпіадами все не закінчується, і для того, щоб упевнено перемагати на цьому рівні, слід дивитися вище. Саме тому в збірнику наведені умови п'яти обласних олімпіад для 8-х класів. Їх можна порекомендувати учням усіх класів для перевірки й розвитку не стільки знань, скільки оригінальності мислення та творчого підходу. Ці завдання позначені буквою «О» («обласні») і йдуть поспіль після завдань для 8 класу другого етапу олімпіади. Так, номер задачі 5 (8, 2007О) означає, що задача під номером 5 була запропонована 8-м класам у 2007 р. на третьому етапі олімпіади в Дніпропетровській області.

Для зручності оволодіння важливими методами розв'язування олімпіадних задач у *Таблиці 1* (див. *Додаток*) наведена відповідність номерів задач деяким із цих методів. Тим не менш багато важливого й цікавого залишилося поза межами цієї таблиці. Наприклад, метод суперпозиції в електричних схемах, який пояснено в розв'язку задачі 5 (10, 2011), та ін.

У *Таблиці 2* наведена тематична відповідність номерів задач, що робить зручним використання посібника для підготовки до олімпіади в напрямку окремо обраної теми й забезпечує незалежність від минулих та майбутніх змін навчальних програм. Нарешті, ті, хто хоче тренуватися в умовах, максимально наближених до реальних, фіксують час і розв'язують запропоновані комплекти завдань, над якими колись ламали голови їхні попередники в Дніпропетровській області.

Не виключена можливість окремих неточностей, що ніяк не пов'язано з роботою журі під час олімпіад. Незважаючи на те, що автор є укладачем усіх запропонованих завдань і всі ці роки був заступником та головою журі обласної олімпіади з фізики, більшість паперових оригіналів із розв'язками та навіть деякі файли з умовами були втрачені. Під час підготовки видання з пошуками допоміг директор ліцею інформаційних технологій, доцент кафедри теоретичної фізики С. Б. Григор'єв, за що автор йому дуже вдячний. Отже, довелося заново швидко розв'язувати майже половину задач.

До деяких задач подано тільки відповіді, до інших, окрім відповідей, — натяки на напрямок пошуку, а є задачі, що супроводжуються розв'язками з докладними поясненнями й коментарями.

Усі ці форми мають свої переваги, і їх співіснування під однією обкладинкою розширює аудиторію й робить використання посібника більш ефективним. У розв'язках використані стандартні інтуїтивно зрозумілі позначення.

Хочу висловити подяку багатьом людям, співпраця з якими допомагала мені в роботі, тим, хто запропонував ідеї окремих задач: М. П. Дергачову (3 (11, 2000Р,Д)), С. Ф. Лягушину (5 (11, 2000Р,Д)), В. В. Пастухову (4 (11, 2000Д)), а також усім членам журі другого й третього етапів олімпіади, які об'єктивно й доброзичливою перевіркою підтримували віру дітей у власні сили навіть тоді, коли запропоновані задачі виявлялися надто складними. Дякую за обговорення, критику й поради.

Особлива вдячність Світлані Миколаївні Орлянській, учителю фізики гімназії № 12 м. Дніпропетровська. Вона не тільки пропонувала ідеї задач (див., наприклад, 3 (8, 2010Д), 5 (10, 2010Д), 1 (11, 2013), 2 (11, 2013)), але й була першим читачем та критиком авторського доробку. Її підтримка надихала на роботу, зауваження утримували в межах чинних програмних вимог, а поради стримували рівень складності. Адже задачі створюють для того, щоб їх розв'язували, набуваючи досвіду й впевненості, навчалися, долали труднощі й діставали інтелектуальну насолоду.

Умови задач

Всеукраїнської олімпіади з фізики у Дніпропетровській області

II ЕТАП ОЛІМПІАДИ ЗА 1999–2013 РОКИ, 7–8 КЛАСИ

7 клас

XXXVII Всеукраїнська олімпіада. Райони, 1999 р.

1 (7, 1999Р). Хлопчик відбиває м'яч від стінки, наближаючись до неї найкоротшим шляхом зі швидкістю $1 \frac{M}{C}$. Який шлях прокотився м'яч, якщо відстань між хлопчиком і стінкою скоротилася на 4 м? Швидкість м'яча в три рази більша, ніж швидкість хлопчика.

2 (7, 1999Р). Два автомобілі виїжджають одночасно назустріч один одному з двох міст, відстань між якими дорівнює 200 км. За дві години вони зустрічаються, після чого перший автомобіль прибуває в друге місто на 1 годину 40 хвилин пізніше, ніж другий автомобіль у перше місто. Визначте швидкості автомобілів.

3 (7, 1999Р). Корона виготовлена із золота й срібла. Визначте її середню густину, якщо маси золота й срібла однакові. Густина золота — $19,5 \frac{Г}{см^3}$, густина срібла — $10,5 \frac{Г}{см^3}$.

4 (7, 1999Р). На стіл насипали дві гірки піску. Вони мають однакову форму й різні розміри. Висота однієї у два рази більша. У скільки разів у ній більше піщинок?

5 (7, 1999Р). На пачці паперу для лазерного принтера написано:

500 / A4 / 210 × 297 80 g/m ²

Спробуйте здогадатися, про що йдеться в цьому написі, і визначити масу пачки паперу. Зазначимо, що англійською мовою слова *грам* і *метр* записують як *gram* і *metre*.

XXXVII Всеукраїнська олімпіада. Дніпропетровськ, 1999 р.

1 (7, 1999Д). Хлопчик відбиває м'яч від стінки, рухаючись уздовж неї зі швидкістю $50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$. Який шлях прокотився м'яч, якщо хлопчик пройшов так 3 м? Швидкість м'яча у вісім разів більша, ніж швидкість хлопчика.

2 (7, 1999Д). Два автомобілі виїжджають одночасно назустріч один одному з двох міст, відстань між якими дорівнює 200 км. Через дві години вони зустрічаються, після чого перший автомобіль прибуває в друге місто на 1 годину 40 хвилин пізніше, ніж другий автомобіль у перше місто. Визначте швидкості автомобілів.

3 (7, 1999Д). Корона виготовлена із золота і срібла. Визначте її середню густину, якщо маси золота й срібла однакові. Густина золота — $19,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, густина срібла — $10,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

4 (7, 1999Д). На стіл насипали дві гірки піску. Вони мають однакову форму та різні розміри. Висота однієї в чотири рази більша. У скільки разів у ній більше піщинок? У скільки разів відрізняється кількість піщинок, які ми можемо безпосередньо побачити, уважно роздивляючись більшу й меншу гірки?

5 (7, 1999Д). На пачці паперу для лазерного принтера написано:

500 / A4 / 210 × 297 80 g/m ²

Спробуйте здогадатися, про що йдеться в цьому написі, і визначити масу пачки паперу. Зазначимо, що англійською мовою слова *грам* і *метр* записують як *gram* і *metre*.

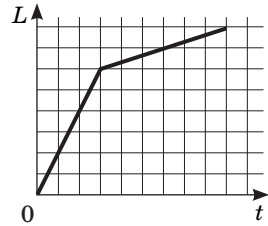
XLII Всеукраїнська олімпіада. Райони, 2004 р.

1 (7, 2004Р). Залізне відро, яке має масу 1,5 кг, по вінця наповнили водою (у відро увійшло 11,5 літрів води). Після цього у відро обережно занурили двокілограмову залізну гирю й шматок алюмінію об'ємом 200 см^3 . Визначте масу відра разом із тим, що в ньому міститься. Густина заліза — $7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, алюмінію — $2,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

2 (7, 2004P). Дві дороги перетинаються під прямим кутом. Уздовж доріг у напрямку перехрестя їдуть два автомобілі. Коли перший автомобіль досяг перехрестя, відстань від нього до другого автомобіля становила 300 м. Коли через деякий проміжок часу другий автомобіль переїжджав перехрестя, відстань від нього до першого автомобіля становила 200 м. Визначте, якою буде відстань між автомобілями через такий самий проміжок часу після цього.

3 (7, 2004P). На двох шальках терезів містяться срібні й золоті монети, які мають однакові розміри. Згідно з показами терезів, ліва шалька з монетами важча на 1 г. Після того, як із лівої шальки 5 срібних монет переклали на праву, а з правої дві золоті переклали на ліву, терези показали, що тепер уже права шалька важча від лівої на 2 г. Визначте об'єм однієї монети. Вважати, що густина срібної монети дорівнює $10 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, а золотої — $19 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

4 (7, 2004P). Відомо, що першу частину шляху автомобіль їхав зі швидкістю $90 \frac{\text{км}}{\text{год}}$. Визначте швидкість автомобіля на другій частині шляху й середню швидкість на всьому шляху, якщо графік залежності шляху від часу має вигляд двох прямолінійних відрізків (для першої та другої частин).



5 (7, 2004P). Пліт, що має форму прямокутника зі сторонами 5×10 м, рухається вночі за течією річки зі швидкістю $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Уздовж краю плоту ходить людина з газовою лампою зі швидкістю $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Нарисуйте траєкторію руху ліхтарика відносно землі за 1 хвилину руху (саме вздовж цієї лінії буде рухатися світлова пляма, якщо спостерігати за місцевістю згори). Початкову точку руху виберіть самостійно.

XLII Всеукраїнська олімпіада. Дніпропетровськ, 2004 р.

1 (7, 2004D). Залізне відро, яке має масу 1,5 кг, по вінця наповнили водою (у відро увійшло 11,5 літрів води). Після цього у відро обережно занурили шістнадцятикілограмову залізну гирю. Густина заліза — $7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Визначте, якою стала вага відра разом із гирею й водою, що містяться в ньому. Як ви вважаєте, якщо на поверхню води обережно покласти шматок пінопласту, зміниться вага відра разом з усім, що є в ньому, чи ні?

Відповідь обґрунтуйте.

2 (7, 2004Д). Екран монітора комп'ютера має ширину 40 см. Електронний промінь дуже швидко пробігає рядок за рядком уздовж екрана й малює зображення. Кількість таких рядків дорівнює 1200. Після того, як промінь пробігає всі рядки, він повертається на початок, і все починається знову. Частота таких повторень дорівнює 100 Гц (100 разів за секунду).

Визначте швидкість, з якою електронний промінь пробігає вздовж екрану.

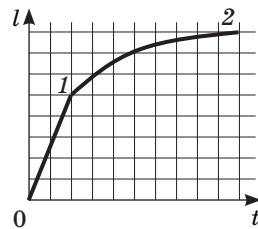
3 (7, 2004Д). На двох шальках терезів містяться срібні й золоті монети, які мають однакові розміри. Згідно з показами терезів, ліва шалька зі срібними монетами важча на 2 г від правої шальки із золотими монетами. Після того, як із лівої шальки п'ять срібних монет переклали на праву, а з правої дві золоті переклали на ліву, терези показали, що тепер уже права шалька важча від лівої на 4 г.

Густина срібної монети дорівнює $10 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, золотої — $19 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Визначте об'єм однієї монети. Якою може бути загальна кількість срібних і золотих монет?

4 (7, 2004Д). Відомо, що першу частину шляху на під'їзді до міста автомобіль їхав зі швидкістю $100 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ (ділянка 0–1 на рисунку).

Визначте середню швидкість автомобіля в місті (ділянка 1–2 на рисунку) і середню швидкість за весь час руху.



5 (7, 2004Д). Пліт, що має форму прямокутника зі сторонами 5×10 м, рухається вночі за течією річки зі швидкістю $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Уздовж краю плоту ходить людина з газовою лампою зі швидкістю $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Нарисуйте траєкторію руху ліхтарика відносно землі за 30 секунд руху (саме вздовж цієї лінії буде рухатися світлова пляма, якщо спостерігати за місцевістю згори). Початкову точку руху виберіть самостійно.