



ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ

ФІЗИКА

7 **класи** 8



С.У.Гончаренко, Є.В.Коршак

ФІЗИКА

ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ

Випуск 1

7 - 8 класи

Тернопіль
“Навчальна книга – Богдан”
1998

ББК 22 3
Г65

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

Комп'ютерний набір та верстка: *Побережний О В*

Редактор: *Будний Б Є*

Г65 Гончаренко С У , Коршак Є В
Фізика. Олімпіадні задачі. Випуск 1. 7-8 класи.— Тернопіль:
“Навчальна книга—Богдан”, 1998 — 72с

ISBN 966-7437-25-6

Збірник містить близько 300 задач, які пропонувалися на республіканських олімпіадах України, Білорусії, Вірменії, Молдови, московських ленинградських 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 у 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 25 6

ББК 22 3

Всі права застережені
All rights reserved

© Гончаренко С У , Коршак Є В , 1998
© “Навчальна книга – Богдан”, 1998

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. 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

1. З міст A і B , відстань між якими $d = 10$ км, виїхали з швидкостями v_1 і v_2 два автобуси. Коли автобуси їдуть назустріч один одному, то відстань між ними шосекунди зменшується на 5 м, а коли один автобус наздоганяє другий, то на 1 м. Визначити швидкості автобусів. Через скільки часу t_1 і на якій відстані d_1 від міста A автобуси зустрінуться? Через скільки часу t_2 і на якій відстані d_2 від міста A перший автобус наздожене другим?
2. З міст A і B , відстань між якими $d = 9$ км, одночасно виїхали назустріч один одному два велосипедисти. В напрямі від A до B дме вітер з швидкістю v_0 . Перший велосипедист проїхав відстань між містами за $t_1 = 30$ хв, а другий за $t_2 = 40$ хв. Визначити швидкості вітру v_0 і велосипедистів у тишу погоду v_1 .
3. Між двома човнами, що рухаються назустріч один одному з швидкостями v_1 і v_2 , літає зі сталою швидкістю v альбатрос. Яку відстань він пролетить до моменту зустрічі човнів, якщо початкова відстань між човнами була x ?
4. Дві космічні станції зближуються з швидкістю $v = 8 \cdot 10^3$ км/год. З однієї станції на другу кожні $\Delta t = 20$ хв посилають поштові контейнери з швидкістю $v_1 = 8 \cdot 10^3$ км/год відносно першої станції. Визначити, скільки повідомлень отримає командир другої станції за одну годину?
5. Автомобіль проїхав відстань між містами за час t_1 з швидкістю v_1 . Назад він їхав частину шляху з швидкістю v_2 теж час t_1 , а решту часу — з швидкістю v_3 . Визначити середню швидкість руху автомобіля.
6. Визначити середню швидкість поїзда, якщо першу третину шляху він їхав із швидкістю $v_1 = 50$ км/год, другу третину шляху з швидкістю $v_2 = 75$ км/год, а останню третину з швидкістю, вдвічі більшою за середню швидкість на перших двох ділянках.
7. Завершуючи сотий круг, лідер велогонки випередив основну групу на 3 круги. Визначити середню швидкість лідера, якщо середня швидкість групи 45 км/год.
8. Визначити середню швидкість поїзда, якщо на проходження окремих ділянок, довжини яких відносяться як 1:3:4:2, потрібно було затратити часу у відношенні 2:4:3:1 і на останній ділянці швидкість дорівнювала 80 км/год.
9. Два туристи вирушили одночасно в подорож — один на велосипеді з швидкістю v_1 , а другий пішки з швидкістю v_2 . У певному місці на трасі

велосипедист залишає велосипед для пішохода, а сам іде далі пішки. Обидва туристи одночасно прибувають у кінцевий пункт подорожі. З якою середньою швидкістю рухались туристи? Чи зміниться середня швидкість, якщо велосипедист віддасть у якійсь точці шляху велосипед третьому туристу, щоб той поїхав назустріч пішоходові і передав йому велосипед і щоб знову обидва туристи одночасно завершили подорож?

10. Мотоцикліст проїхав відстань між двома пунктами з швидкістю 40 км/год. Потім, збільшивши швидкість до 80 км/год, проїхав ще відстань, удвічі меншу. Визначити середню швидкість мотоцикліста за весь час руху.

11. Автомобіль проїхав першу половину шляху по шосе з швидкістю $v_1 = 90$ км/год, другу половину — ґрунтовою дорогою з швидкістю $v_2 = 30$ км/год. Визначити середню швидкість автомобіля.

12. Шлях від місця відпочинку до міста туристи подолали з середньою швидкістю 32 км/год частково пішки, частково автобусом і потім електричкою. З якою швидкістю пройдено кожен з відрізків шляху, якщо їх довжини відносяться як 1:4:45, а відповідні їм інтервали часу як 4:1:20?

13. Людина стоїть на відстані 6 м від річки. На відстані 34 м від річки горить багаття. Відстань між перпендикулярами, які сполучають берег річки з людиною і багаттям, дорівнює 30 м. Людина біжить із швидкістю $v = 5$ м/с до річки, зачерпує відро води, потім біжить до багаття і заливає його. Який мінімальний час їй потрібен для цього, якщо на зачерпування води їй треба $\tau = 5$ с?

14. Два велосипедисти їдуть зі швидкістю $v_1 = 35$ км/год. Один з них збільшує швидкість до $v_2 = 45$ км/год, іде з цією швидкістю $l = 10$ км, розвертається і не зменшуючи швидкості, повертається до першого велосипедиста. Скільки часу t минуло з моменту, коли велосипедист поїхав уперед, до моменту його повернення до партнера?

15. З одного міста в друге вийшов пішохід. Коли він пройшов відстань $s_1 = 27$ км, слідом за ним виїхав автомобіль, швидкість якого у 10 разів більша. До другого міста вони прибули одночасно. Яка відстань між містами?

16. Катер, що пливе річкою вниз, наздоганяє рятівний круг. Через 30 хв після цього катер повертає назад, не змінюючи потужності двигуна, і знову зустрічає круг на відстані 5 км від місця першої зустрічі. Визначити швидкість течії річки.

17. Людину, яка йде вздовж трамвайної колії, кожні 7 хв обганяє трамвай, а кожні 5 хв трамвай проходить назустріч. Як часто ходять трамваї?

ЗАДАЧІ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧНОГО ТУРУ

1. З міст A і B , відстань між якими $d = 10$ км, виїхали з швидкостями v_1 і v_2 два автобуси. Коли автобуси їдуть назустріч один одному, то відстань між ними шосекунди зменшується на 5 м, а коли один автобус наздоганяє другий, то на 1 м. Визначити швидкості автобусів. Через скільки часу t_1 і на якій відстані d_1 від міста A автобуси зустрінуться? Через скільки часу t_2 і на якій відстані d_2 від міста A перший автобус наздожене другий?
2. З міст A і B , відстань між якими $d = 9$ км, одночасно виїхали назустріч один одному два велосипедисти. В напрямі від A до B дме вітер з швидкістю v_0 . Перший велосипедист проїхав відстань між містами за $t_1 = 30$ хв, а другий за $t_2 = 40$ хв. Визначити швидкості вітру v_0 і велосипедистів у тишу погоду v_1 .
3. Між двома човнами, що рухаються назустріч один одному з швидкостями v_1 і v_2 , літає зі сталою швидкістю v альбатрос. Яку відстань він пролетить до моменту зустрічі човнів, якщо початкова відстань між човнами була s ?
4. Дві космічні станції зближуються з швидкістю $v = 8 \cdot 10^3$ км/год. З однієї станції на другу кожні $\Delta t = 20$ хв посилають поштові контейнери з швидкістю $v_1 = 8 \cdot 10^3$ км/год відносно першої станції. Визначити, скільки повідомлень отримає командир другої станції за одну годину?
5. Автомобіль проїхав відстань між містами за час t_1 з швидкістю v_1 . Назад він їхав частину шляху з швидкістю v_2 теж час t_1 , а решту часу — з швидкістю v_3 . Визначити середню швидкість руху автомобіля.
6. Визначити середню швидкість поїзда, якщо першу третину шляху він їхав із швидкістю $v_1 = 50$ км/год, другу третину шляху з швидкістю $v_2 = 75$ км/год, а останню третину з швидкістю, вдвічі більшою за середню швидкість на перших двох ділянках.
7. Завершуючи сотий круг, лідер велогонки випередив основну групу на 3 круги. Визначити середню швидкість лідера, якщо середня швидкість групи 45 км/год.
8. Визначити середню швидкість поїзда, якщо на проходження окремих ділянок, довжини яких відносяться як 1:3:4:2, потрібно було затратити часу у відношенні 2:4:3:1 і на останній ділянці швидкість дорівнювала 80 км/год.
9. Два туристи вирушили одночасно в подорож — один на велосипеді з швидкістю v_1 , а другий пішки з швидкістю v_2 . У певному місці на трасі

велосипедист залишає велосипед для пішохода, а сам іде далі пішки. Обидва туристи одночасно прибувають у кінцевий пункт подорожі. З якою середньою швидкістю рухались туристи? Чи зміниться середня швидкість, якщо велосипедист віддасть у якійсь точці шляху велосипед третьому туристу, щоб той поїхав назустріч пішоходові і передав йому велосипед і щоб знову обидва туристи одночасно завершили подорож?

10. Мотоцикліст проїхав відстань між двома пунктами з швидкістю 40 км/год. Потім, збільшивши швидкість до 80 км/год, проїхав ще відстань, удвічі меншу. Визначити середню швидкість мотоцикліста за весь час руху.

11. Автомобіль проїхав першу половину шляху по шосе з швидкістю $v_1 = 90$ км/год, другу половину — ґрунтовою дорогою з швидкістю $v_2 = 30$ км/год. Визначити середню швидкість автомобіля.

12. Шлях від місця відпочинку до міста туристи подолали з середньою швидкістю 32 км/год частково пішки, частково автобусом і потім електричкою. З якою швидкістю пройдено кожен з відрізків шляху, якщо їх довжини відносяться як 1:4:45, а відповідні їм інтервали часу як 4:1:20?

13. Людина стоїть на відстані 6 м від річки. На відстані 34 м від річки горить багаття. Відстань між перпендикулярами, які сполучають берег річки з людиною і багаттям, дорівнює 30 м. Людина біжить із швидкістю $v = 5$ м/с до річки, зачерпує відро води, потім біжить до багаття і заливає його. Який мінімальний час їй потрібен для цього, якщо на зачерпування води їй треба $t = 5$ с?

14. Два велосипедисти їдуть зі швидкістю $v_1 = 35$ км/год. Один з них збільшує швидкість до $v_2 = 45$ км/год, їде з цією швидкістю $l = 10$ км, розвертається і не зменшуючи швидкості, повертається до першого велосипедиста. Скільки часу t минуло з моменту, коли велосипедист поїхав уперед, до моменту його повернення до партнера?

15. З одного міста в друге вийшов пішохід. Коли він пройшов відстань $s_1 = 27$ км, слідом за ним виїхав автомобіль, швидкість якого у 10 разів більша. До другого міста вони прибули одночасно. Яка відстань між містами?

16. Катер, що пливе річкою вниз, наздоганяє рятівний круг. Через 30 хв після цього катер повертає назад, не змінюючи потужності двигуна, і знову зустрічає круг на відстані 5 км від місця першої зустрічі. Визначити швидкість течії річки.

17. Людину, яка йде вздовж трамвайної колії, кожні 7 хв обганяє трамвай, а кожні 5 хв трамвай проходить назустріч. Як часто ходять трамваї?

18. Пішохід, велосипедист і мотоцикліст рухаються по шосе в один бік зі сталими швидкостями. В той момент, коли велосипедист і мотоцикліст перебували в одній точці, пішохід був на 10 км попереду них. Коли мотоцикліст наздогнав пішохода, велосипедист відставав від них на 5 км. На скільки кілометрів мотоцикліст обганятиме пішохода в момент, коли пішохода наздожене велосипедист?

19. Спортсмени біжать зі швидкістю v колоною довжиною l_0 . Назустріч біжить тренер зі швидкістю u ($u < v$). Спортсмен, порівнявшись з тренером, біжить назад з тією самою швидкістю v . Якою буде довжина колони, коли всі спортсмени розвернуться?

20. Населені пункти A і B сполучені в одному випадку водним каналом, у другому — річкою, причому довжина кожного з шляхів дорівнює 12 км. Моторний човен, швидкість якого 16 км/год, має пройти з пункту A в пункт B і повернутись назад за мінімальний час (човен повинен пройти в обидва кінці лише річкою або каналом). Який шлях човен пройде швидше?

21. Турист першу половину відстані проїхав на автомобілі в 10 разів швидше, ніж коли б ішов пішки, а другу половину на волах — удвічі повільніше, ніж коли б ішов пішки. Чи зекономив час турист, проїхавши всю відстань, а не пройшовши її пішки?

22. Два пішоходи одночасно вийшли з пункту A в пункт B . Половину часу, затраченого на шлях від A до B , перший пройшов з швидкістю v_1 , а другу половину часу з швидкістю v_2 . Другий пішохід першу половину шляху пройшов зі швидкістю v_2 , а другу — зі швидкістю v_1 . Хто з них прийшов у пункт B раніше?

23. Велосипедист їде маршрутом Київ — Біла Церква — Київ. У яку погоду (вітряну чи тиху) велосипедист затратить менше часу?

24. Два підводні човни плывуть на відстані l один за одним з однаковою швидкістю v . Випущений із заднього човна сигнал гідролокатора досягає переднього, відбивається і повертається назад. Визначити, через який час після відправлення прийнято відбитий сигнал. Швидкість звуку у воді u .

25. Рухомим ескалатором метро, порушуючи правила, біжать донизу два хлопці: один з швидкістю u , другий — з швидкістю в n разів більшою. Перший нарахував k_1 , другий — k_2 східців. Визначити кількість східців ескалатора N і швидкість його руху v .

26. Ескалатор метро опускає людину, що біжить униз, за $t_1 = 1$ хв. За скільки

часу опуститься людина, яка стоїть на ескалаторі, якщо вгору ескалатором, що опускається вниз, вона вибігає за $t_2 = 4$ хв?

27. Моторним човном, що пливе вниз за течією річки, легко керувати стерном, встановленим на кормі човна. Чому цього не можна зробити з вимкнутим двигуном?

28. З Києва в бік Миронівки з інтервалом в $t_1 = 10$ хв відправились два електропотяги з швидкістю $v = 30$ км/год. Яку швидкість має зустрічний потяг, якщо він зустрів ці електропотяги через $t_2 = 4$ хв один після одного?

29. Торпедний катер, перебуваючи у точці A (рис.1), випускає дві торпеди по кораблю, який проходить у момент пуску через точку B . Швидкості руху торпед і корабля відносно води сталі (напрями й значення швидкостей задані на рис.1). За допомогою циркуля й лінійки визначити, чи влучать торпеди у корабель?

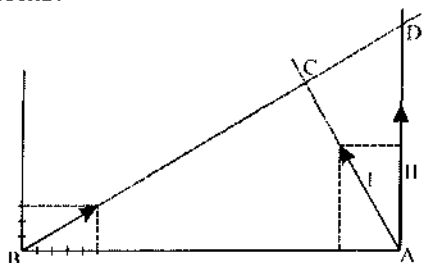


Рис. 1

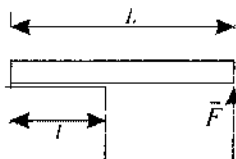


Рис. 2

30. Куб складено з великої кількості добре припасованих один до одного дерев'яних кубиків однакового об'єму, виготовлених з різних порід дерева: корка ($\rho_1 = 200$ кг/м³), дуба ($\rho_2 = 700$ кг/м³), кедр ($\rho_3 = 550$ кг/м³) і чорного дерева ($\rho_4 = 1200$ кг/м³). Яка середня густина куба, якщо кількість кубиків з цих матеріалів узяті відповідно у відношенні 3:4:2:1?

31. Однорідна балка довжиною $L = 6$ м однією частиною ($l = 1$ м) лежить на горизонтальній платформі, решта балки звисується з платформи (рис. 2). До кінця звисаючої частини прикладена вертикальна сила \vec{F} . Балка утримується в горизонтальному положенні, якщо значення сили лежить в інтервалі від мінімального значення F_{\min} до максимального F_{\max} . Знайти відношення F_{\max}/F_{\min} , якщо товщина балки значно менша за її довжину.

32. Упори-ролики A і B дають можливість "закріпити" балку горизонтально (рис. 3). Тиснути на балку роликом можна з силою, не більшою за F_0 , інакше

вона зруйнується. Який найбільший вантаж можна підвісити до кінця балки? Як її слід розмістити? Маса балки m , довжина L , відстань між роликками по горизонталі l .

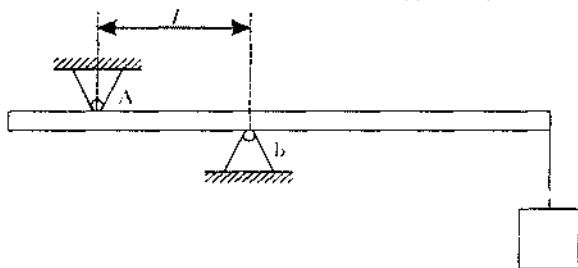


Рис. 3

33. По горизонтальній трубі може ковзати штовхач A (рис. 4). Труба перекрита стержнем B , нижній кінець якого заокруглений. Стержень

може вільно рухатися вздовж гладенького вертикального відгалуження від основної труби. При якому коефіцієнті тертя між передньою поверхнею штовхача і стержнем можна проштовхнути штовхач уздовж труби?

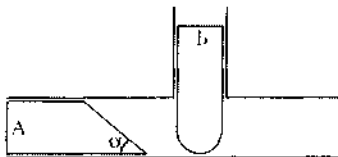


Рис. 4

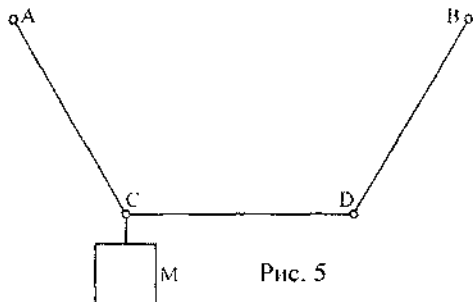


Рис. 5

34. Три однакові невагомні шарнірно зв'язані стержні закріплені в точках A і B (рис. 5), які лежать на одній горизонталі. Відстань AB удвічі перевищує довжину стержня. До шарніра підвішено тягар масою M . Яку мінімальну силу слід прикласти до шарніра D , щоб стержень CD був горизонтальним?

35. Щоб натягнути провід трамвайної лінії, його кінець прикріпили до стовпа (рис. 6). Маса тягара $m = 100$ кг. Стовп стоїть у бетонному циліндричному колодязі. Визначити сили, які діють на стовп у точках A і B . Висота стовпа $H = 10$ м. $AB = 1,5$ м.

36. З якою силою маляр має тягнути за мотузку, щоб утримати платформу, на якій він стоїть (рис. 7), якщо маса маляра $M = 60$ кг, платформи $m = 30$ кг? З якою силою тисне маляр на платформу? Якої максимальної маси платформу може утримати маляр?

37. Під час руху по піску тиск повітря в шинах автомобіля рекомендують зменшувати. Для чого?

38. Легенький круглий стіл радіуса R з трьома ніжками стоїть на горизонтальній підлозі. На стіл поклали масивний вантаж масою M так, що він зміщений відносно центра стола на $\frac{1}{2}R$ у напрямі до однієї з ніжок.

Визначити сили тиску ніжок стола на підлогу. Ніжки вертикальні і розміщені симетрично по колу радіуса R . Підлога гладенька.

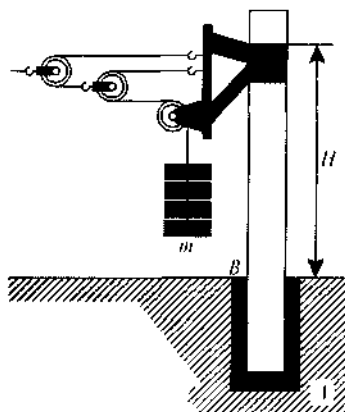


Рис. 6

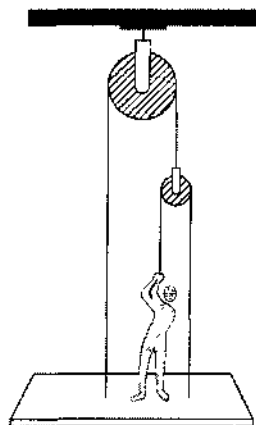


Рис. 7

39. У калориметрі плаває куб, складений з двох половинок. Нижня половина — з льоду ($\rho_n = 0,9\rho_w$), верхня — пінопластова ($\rho_p = 0,5\rho_w$). Ребро куба $d = 8$ см. На яку глибину зануриться пінопластова половина після танення льоду? На скільки при цьому зміниться відстань між верхом куба і дном калориметра?

40. Для зважування свинцевого бруска на важільних терезах використовували алюмінієві важки. Зрівноважені на повітрі терези помістили у вакуум-камеру і їхня рівновага порушилася. Проте варто було поміняти місцями важки і брусок, як рівновага спостерігалася саме у вакуум-камері, а на повітрі вона порушувалася. На скільки процентів відрізняються довжини плечей терезів? Густина повітря вважати рівною $1/800$ густини води.

41. У посудині з водою плаває залізна коробочка, в дні якої є невеликий отвір, закритий розчинним у воді корком. Через певний час корок розчинився й коробочка затонула. Чи змінився рівень води в посудині?

42. У двох однакових посудинах з водою плавають плоска широка і висока вузька коробочки. В кожен з них поклали по однаковому важкому предмету масою m . У якій посудині рівень при цьому піднявся вище?

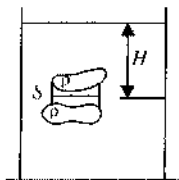


Рис. 8

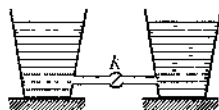


Рис. 9

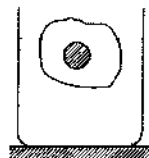


Рис. 10

43. Суцільне тіло, склеєне з двох частин однакового об'єму V і з густинами ρ_1 і ρ_2 , міститься всередині рідини у стійкій рівновазі. Плоска межа дотику частин паралельна поверхні рідини, її площа дорівнює S (рис. 8). На яку максимальну глибину можна занурити межу S , щоб тіло не розвалилося, якщо склейка здатна витримати силу F_0 ?

44. Кран K закрили і воду в правій посудині нагріли (рис. 9), внаслідок чого її рівень трохи підвищився. Чи переливатиметься вода з правої посудини в ліву при відкритті крана?

45. Усередині льоду міститься залізна кулька (рис. 10). Як зміниться рівень води в посудині після танення льоду?

46. Поліно циліндричної форми з густиною близько 600 kg/m^3 ніколи не плаває стоячи (вертикально), а завжди лише плазом (горизонтально). Як ви думаєте, чому?

47. Біля основи будинку тиск у водопроводі дорівнює $5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Під яким тиском витікає вода з крана на четвертому поверсі будинку на висоті 15 м від його основи? З якою силою тисне вода в отворі крана площею $0,5 \text{ cm}^2$?

48. У намотаний на барабан шланг (рис. 11), внутрішній радіус якого приблизно 2 см, наливають воду. Чи виллється вода з другого кінця шланга? Шланг при намотуванні не сплющується.

49. Залізна труба має довжину 10 м і товщину стінок 1 см.

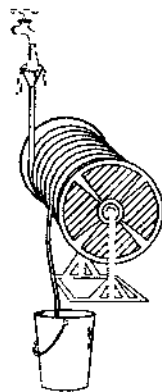


Рис. 11

Торці труби закриті невагомими дисками. З утвореного циліндра відкачують повітря. Яким має бути діаметр труби D , щоб вона піднялася в повітря?

50. Сполучені гнучкою трубкою дві однакові посудини з водою зрівноважені на терезах (рис. 12). В одну з посудин кладуть шматок дерева. Як зміниться рівновага?

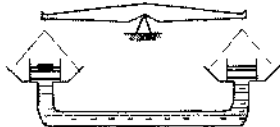


Рис 12

51. У сполучені посудини діаметрами D_1 і D_2 налита вода. Рівень її h . На скільки зміниться рівні води в посудинах, якщо покласти шматок дерева масою M в першу посудину? В другу? Густина води ρ .

52. У циліндричній склянці під шаром гасу міститься 10 сантиметровий шар води. Який тиск рідини на дно склянки, якщо об'єм гасу вдвічі більший, а густина на 20% менша, ніж у води?

53. У циліндричну посудину з площею дна $S = 200 \text{ см}^2$ і висотою $h = 30 \text{ см}$ наливають 4 л води, а потім опускають стержень перерізом $S_1 = 100 \text{ см}^2$, висота якого дорівнює висоті посудини. При якій мінімальній масі стержня він опуститься до дна посудини?

54. Якої маси m тягар з алюмінію треба прив'язати до корка масою $M = 20 \text{ г}$ і густиною $\rho_1 = 250 \text{ кг/м}^3$, щоб опущений у воду корок перебував у байдужій рівновазі?

55. У посудині з водою плаває шматок льоду, всередині якого міститься шматочок пінопласту. Як зміниться рівень води в посудині, якщо лід розтане?

56. Герметично закрита коробка масою 0,1 кг і розмірами $5 \times 10 \times 10 \text{ см}^3$ плаває на поверхні води. Знизу до коробки підвісили алюмінієвий тягарець такої маси, що коробка повністю занурюється у воду, але продовжує плавати в ній. Знайти масу тягарця.

57. Висота надводної частини човна з плоским дном $h = 20 \text{ см}$. До днища човна з боку води по всій його площі приклеїли пластину пінопласту ($\rho = 400 \text{ кг/м}^3$) товщиною $l = 5 \text{ см}$. Визначити висоту надводної частини човна після наклеювання пінопласту.

58. Іззовні плоске дно човна обклеїли пластиком товщиною $d = 3 \text{ см}$ і густиною $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$. На скільки змінилась мінімальна глибина водойми, якою човен може пройти, не зачіпаючи дна?

59. У циліндричну банку з водою опустили порожню алюмінієву чашку так, щоб вона плавала. Вода піднялась на $h = 2,7$ см. На скільки зміниться рівень води в банці відносно початкового рівня, якщо чашку втопити?

60. Чи можна за допомогою побутового барометра визначити висоту будівлі? Перевірити висновки розрахунком.

61. Визначити глибину шахти, на дні якої барометр показує тиск 860 мм рт. ст. Густина повітря $1,29 \text{ кг/м}^3$. Зміною густини повітря зі збільшенням глибини шахти знехтувати. Тиск на поверхні Землі 760 мм рт. ст.

62. Дві посудини у вигляді циліндричних трубок довжиною 10 см, площі поперечних перерізів яких відрізняються вдвічі, сполучені внизу гумовим шлангом і заповнені водою до половини висоти. У вузьку трубку помістили циліндрик з льоду висотою 10 см. На скільки змінилися при цьому рівні води в посудинах? Площа поперечного перерізу циліндрика практично дорівнює площі поперечного перерізу вузької трубки.

63. Повітряна куля масою $M = 120$ кг опускається зі сталою швидкістю. Скільки баласту треба викинути, щоб куля почала підніматися з тією самою швидкістю? Архімедову силу $F_A = 980$ Н вважати сталою.

64. Маса зваженого в повітрі тіла m . Маса зваженого того самого тіла в рідині густиною ρ_0 дорівнює m_1 . Яка густина речовини тіла? Виштовхувальною силою повітря знехтувати.

65. При зважуванні суцільного однорідного тіла у воді дістали $m_1 = 17$ г, а при зважуванні в гліцерині — $m_2 = 14,4$ г. Що покажуть терези при зважуванні цього тіла в чотирихлористому вуглеці? Густина гліцерину 1260 кг/м^3 , чотирихлористого вуглецю 1630 кг/м^3 .

66. Алюмінієва й латунна гирі зрівноважені у повітрі на аналітичних терезах, точність зважування яких $m_0 = 1$ мг. При якій масі гир можна помітити порушення рівноваги терез, якщо помістити їх у вакуумну камеру?

67. Баржа є коробкою розміром $10 \times 4 \times 2 \text{ м}^3$. Її маса з вантажем $M = 50$ т. Чи можна навантажити на баржу ще пару контейнерів масою $m = 20$ т кожен? Умови стійкості виконуються.

68. У циліндричну посудину налити чотирихлористий вуглець, вода і гас. Визначити тиск на дно посудини, якщо маси всіх рідин однакові, а верхній рівень гасу міститься на висоті $h = 23$ см від дна посудини. Густини рідин відповідно $\rho_1 = 1600 \text{ кг/м}^3$, $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\rho_3 = 800 \text{ кг/м}^3$.

69. З плавучої платформи піднімають на тросі батискаф об'ємом $V = 4 \text{ м}^3$. Площа горизонтального перерізу платформи на рівні поверхні води $S = 100 \text{ м}^2$. На скільки зануриться платформа при повному виході батискафа з води?

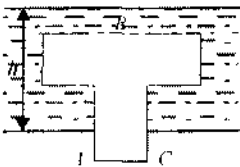


Рис. 13

міститься у воді, $V = 4 \text{ м}^3$.

70. Забита в глинистий ґрунт водою глибиною $h = 3 \text{ м}$ підводна опора являє собою два співвісні циліндри (рис. 13). Яка сила діє на опору з боку води у водоїмі, якщо площа перерізу циліндра меншого діаметра $S = 1 \text{ м}^2$, об'єм частини опори ABC , яка

71. На кінцях легкого стержня довжиною $l = 20 \text{ см}$ закріплені дві кульки, одна — із свинцю, а друга — з алюмінію. Шарнірно закріплений посередині і опущений у воду стержень перебуває в рівновазі. На скільки треба пересунути вздовж стержня другу кульку, щоб рівновага відновилася у повітрі?

72. У циліндричну посудину, радіус основи якої $R = 8 \text{ см}$, налито води до висоти $3/4 R$. Скільки льоду слід помістити в посудину, щоб сила тиску на її бічну поверхню стала рівною силі тиску на дно?

73. У посудині з водою плаває шматочок льоду, утримуючись на нитці (рис. 14). Натяг нитки $F = 10 \text{ Н}$. На скільки зміниться рівень води в посудині, якщо лід розтане? Площа перерізу посудини $S = 100 \text{ см}^2$.

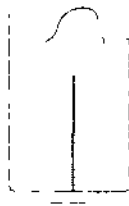


Рис. 14

74. У склянці з водою плаває шматок льоду. На поверхню води налито шар олії. Як зміниться рівень рідини в склянці, коли лід розтане? Куди зміститься при цьому межа розділу води й олії?

75. У посудину в певній кількості налито воду, оливкову олію і газ (рис. 15). Чи правильно виконано малюнок? Густини води, олії й газу дорівнюють відповідно 10^3 кг/м^3 , 900 кг/м^3 , 800 кг/м^3 .

76. Циліндрична склянка до висоти h заповнена шматочками льоду, проміжки між якими паскрізни і спочатку заповнені повітрям. Шматочки займають $\alpha = 60\%$ об'єму. Лід тане, причому співвідношення об'ємів шматочків і проміжків залишається незмінним. Знайти рівень води у склянці в момент, коли розтануло $\beta = 70\%$ льоду. Густина суцільного льоду $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$.

77. До коромисла рівноплечих терезів підвішені дві суцільні однорідні кульки рівної маси, виготовлені з різних матеріалів. Якщо помістити одну ку-

льку у воду ($\rho_1 = 10^3 \text{ кг/м}^3$), а другу — в гас ($\rho_2 = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$), то рівновага збережеться. Вважаючи густини кульок більшими за густини рідин, знайти відношення густин речовин кульок.

78. Браслет масою $M = 80 \text{ г}$ зроблено із сплаву золота й срібла. При зануренні браслета у воду, налиту в посудину з вертикальними стінками і площею основи $S = 25 \text{ см}^2$, рівень води піднімається на $h = 2 \text{ мм}$. Обчислити масу золота в браслеті.

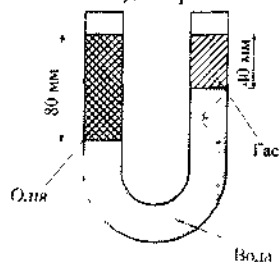


Рис 15

79. Прилад для вимірювання густини сірчаної кислоти (ареометр) являє собою скляний балончик з припаяною до нього циліндричною трубкою перерізом $S = 10 \text{ мм}^2$, в яку вміщено шкалу. На дні балончика міститься свинцевий тягар. Загальна маса ареометра $m = 3 \text{ г}$. Поділки шкали нанесені через $\Delta\rho = 10 \text{ кг/м}^3$. Яка відстань між штрихами Δh поблизу поділки, яка відповідає густині $\rho = 1,23 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$?

80. Яким має бути об'єм V_0 порожнини залізного буя, щоб він міг плавати на поверхні води? Об'єм буя V .

81. Колода довжиною $l = 3,5 \text{ м}$ і поперечним перерізом $S = 0,04 \text{ м}^2$ плаває у воді. Якої найбільшої маси людина може стати на колоду, щоб колода не потонула? Густина дерева $\rho_d = 500 \text{ кг/м}^3$.

82. Для транспортування сталевих труб морем їх заварюють з обох кінців так, щоб вони були непроникними для води. При якому найменшому внутрішньому діаметрі труба масою $m = 3,9 \text{ т}$ і довжиною $l = 5 \text{ м}$ не потоне? Густина морської води $\rho_1 = 1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, густина заліза $\rho_2 = 7,87 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

83. Крижина площею $S = 2 \text{ м}^2$ і товщиною $h = 30 \text{ см}$ плаває у воді. Яку роботу слід виконати для повного занурення крижини?

84. Для відкачування води з колодязя глибиною 7 м користуються насосом, корисна потужність двигуна якого 500 Вт . За який час двигун відкачає з колодязя 10 м^3 води?

85. В айсберзі, що плаває в океані, пробурили наскрізний колодязь глибиною 200 м . Яку мінімальну роботу слід виконати для підняття з колодязя проби води масою $m = 0,5 \text{ кг}$? Густина льоду становить $0,9$ густини води.

86. Яку мінімальну роботу слід виконати, щоб до половини заповнену водою посудину (рис.16) перевести з положення A в положення B ? Масою

посудини знехтувати.

87. Два автомобілі, потужності двигунів яких P_1 і P_2 , розвивають швидкості відповідно v_1 і v_2 . З якою швидкістю їхатимуть автомобілі, якщо з'єднати їх довгим тросом?

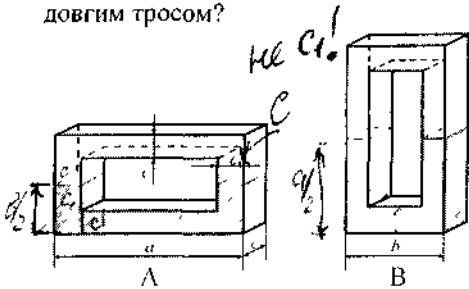


Рис 16

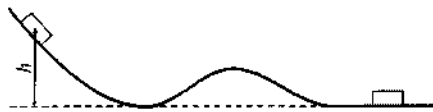


Рис. 17

88. З гірки (рис. 17) сповзає, не відриваючись від її поверхні, тіло масою m . Пройшовши по вертикалі відстань h , тіло зупиняється. Яку роботу слід виконати, щоб витягти тіло назад на гірку тим самим шляхом?

89. Пружину розтягують на 2 см, а потім ще на 1 см. У якому випадку виконується більша робота?

90. Дві кульки однакового розміру, з'єднані тонкою довгою невагомою ниткою, опускаються зі сталою швидкістю на дно посудини з водою. Нижня кулька виготовлена з алюмінію. Якщо нитку перерізати, то верхня кулька спливатиме з тією самою сталою швидкістю. Визначити густину ρ матеріалу верхньої кульки.

91. У вагоні, який рухається з швидкістю v , хлопчик кидає м'яч також зі швидкістю v у напрямі, протилежному до руху вагона. Тоді відносно полотна дороги швидкість м'яча і його кінетична енергія дорівнюють нулю.

Однак до кидання м'яч мав кінетичну енергію $\frac{1}{2}mv^2$. Отже, кидаючи м'яч,

хлопчик не лише не збільшив, а навіть зменшив його кінетичну енергію. Куди "поділась" енергія м'яча?

92. Однорідна мотузка довжиною $l = 2$ м лежить на столі. Коли її частина довжиною $l_1 = 0,2$ м звисає зі стола, мотузка починає сповзати вниз. Маса мотузки $m = 1$ кг, сила тертя між столом і мотузкою становить $0,1$ її сили тяжіння. Яка робота по подоланню сили тертя виконується при повному сповзанні мотузки?

93. Земля рухається навколо Сонця з середньою швидкістю $v_0 = 29,8$ км/с.

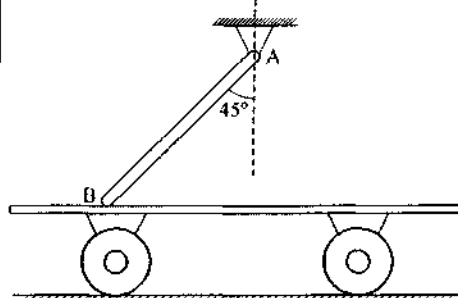


Рис. 18

Взимку швидкість руху більша, ніж улітку. Куди зникає різниця кінетичних енергій Землі між зимовим і літнім етапами руху її по орбіті навколо Сонця?

94. Однорідний стержень AB шарнірно закріплений у точці A і спирається на візок (рис.18). Коефіцієнт тертя в точці B дорівнює $0,3$, а сила тиску стержня на візок дорівнює N . Чи зміститься візок уліво, якщо до нього прикласти

горизонтальну силу $0,25 N$?

95. Заповнений водою до висоти $h = 1$ м басейн з площею дна $S = 100$ м² розділено навпіл перегородкою. Перегородку повільно переміщують так, що вона ділить басейн у відношенні $1:3$. Яку при цьому виконують роботу, якщо вода не проникає крізь перегородку?

96. Свинцева кулька об'ємом $V = 0,02$ см³ рівномірно падає у воді. Яка кількість теплоти виділиться при переміщенні кульки вниз на $h = 6$ м?

97. За допомогою нагрівника потужністю 100 Вт каструлю з 1 л води ніяк не вдається довести до кипіння. Вимикають нагрівник. За який час температура води знизиться на один градус?

98. Описати поведінку з часом шматка льоду масою $m_1 = 5$ г, у який вмержла алюмінієва кулька масою $m_2 = 1$ г, коли його після охолодження до $t_1 = -30^\circ\text{C}$ опустили в теплоізольовану посудину з водою при температурі $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Теплоємність посудини знехтувати.

99. У каструлю налили холодної води ($t = +10^\circ\text{C}$) і поставили на електричну плитку. За 10 хв вода закипіла. Через скільки часу вона повністю випарується?

100. Циліндрична посудина висотою H з площею дна S заповнена монолітом льоду при 0°C . На скільки більше теплоти слід затратити для плавлення льоду в умовах невагомості та відсутності атмосферного тиску, ніж у нормальних умовах?

101. У калориметр вливають ложку гарячої води, при цьому його температура зростає на 5°C . Після вливання ще однієї ложки гарячої води його темпе-

ратура зростає ще на 3°C . На скільки градусів зростає температура калориметра, якщо в нього додати ще 48 ложок гарячої води? Теплообміном з навколишнім середовищем знехтувати.

102. Електричним кип'ятильником потужністю $P = 500$ Вт нагрівають воду в каструлі. За час $\tau_1 = 2$ хв температура підвищилась від $t_1 = 85^\circ\text{C}$ до $t_2 = 90^\circ\text{C}$. Потім кип'ятильник вимкнули і за час $\tau_2 = 1$ хв температура води знизилась на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$. Скільки води було в каструлі?

103. У посудині Дьюара зберігається $V = 2$ л рідкого азоту при $t = -195^\circ\text{C}$. За дві доби азот випарувався. Визначити питому теплоту випаровування азоту, якщо при температурі $t_0 = 0^\circ\text{C}$ у тій самій посудині протягом $\tau_1 = 45$ год розтане $m_1 = 80$ г льоду. Температура навколишнього повітря $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Густина рідкого азоту $\rho = 0,8 \cdot 10^3$ кг/м³. Швидкість передачі теплоти посудині пропорційна різниці температур ззовні і всередині посудини.

104. У посудині, з якої швидко відкачують повітря, міститься вода масою m при $t = 0^\circ\text{C}$. Внаслідок інтенсивного випаровування вода поступово заморожується. Яка частина початкової маси води може бути перетворена в лід?

105. Дотримуючись певних умов, можна нагріти воду при нормальному атмосферному тиску до температури вище $t_k = 100^\circ\text{C}$. Пробірку, яка містить $m = 100$ г перегрітої до $t_1 = 109^\circ\text{C}$ води при нормальному тиску, злегка струшують, від чого відбувається бурхливе закипання води. Знайти, яка маса m_1 води википить?

106. Два однакові калориметри заповнені на $h = 25$ см висоти. Перший — льодом, другий — водою при $t_1 = 10^\circ\text{C}$. Воду виливають на лід. Після встановлення теплової рівноваги рівень піднявся ще на $\Delta h = 0,5$ см. Яка була початкова температура льоду? Густина льоду $\rho_n = 0,9\rho_в = 900$ кг/м³.

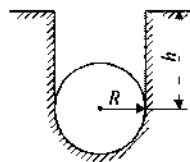


Рис. 19

107. Залізну кульку радіуса R , нагріту до t_1 , поклали на лід, температура якої $t_2 = 0^\circ\text{C}$. На яку глибину зануриться кулька в лід? Теплопровідністю кульки і нагріванням води знехтувати. Вважати, що кулька занурилась в лід повністю (рис. 19).

108. Господиня поставила в морозильну камеру холодильника накриту кришкою каструлю з водою кімнатної температури ($t = +20^\circ\text{C}$). Через 20 хв на стінках каструлі почав утворюватися лід. Через скільки часу вся вода замерзне?

109. Відро суміші води з льодом $m = 10$ кг внесли в кімнату і відразу почали вимірювати температуру суміші. За здобутою залежністю (рис.20) визначити масу m_x льоду у відрі при внесенні в кімнату. Теплоємність відра знехтувати.

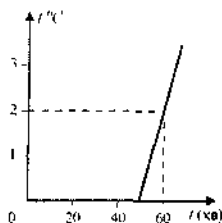


Рис. 20

110. У відрі міститься суміш води з льодом загальною масою $M = 10$ кг. Скільки льоду було в суміші, якщо при доливанні $V = 2$ л води з температурою $t_2 = 80^\circ\text{C}$ температура води у відрі стала $\theta = 10^\circ\text{C}$?

111. При виготовленні льоду в кімнатному холодильнику затратили час $\tau_1 = 5$ хв, щоб охолодити воду від $t_1 = 4^\circ\text{C}$ до $t_2 = 0^\circ\text{C}$, і ще $\tau_2 = 1$ год 40 хв, щоб перетворити її в лід. Визначити питому теплоту плавлення льоду.

112. У калориметрі міститься лід. Визначити теплоємність калориметра, якщо при нагріванні калориметра з його вмістом від -3°C до -1°C затрачено 420 Дж, а для нагрівання від -1°C до $+1^\circ\text{C}$ потрібно 13340 Дж.

113. У термосі містяться рівні маси води й льоду при 0°C . У термос вливають воду, маса якої дорівнює сумарній масі води й льоду в термосі, а температура дорівнює $49,9^\circ\text{C}$. Яка температура встановиться в термосі?

114. При невеликих підйомах угору атмосферний тиск зменшується на 1 мм рт. ст. на кожні 12 м підйому. Температура кипіння води змінюється на $0,1^\circ\text{C}$ при зміні тиску на 2,7 мм рт. ст. Якою буде температура кипіння води на горі, де барометр показує 706 мм рт. ст.? Яка висота гори?

115. У герметично закритій посудині у воді плаває шматок льоду масою $M = 100$ г, в який вмержла сталева кулька масою 2 г. Яку кількість теплоти слід затратити, щоб льодинка почала тонути? Температура води в посудині 0°C .

116. Теплоізолювана посудина охолоджується водою, яка тече всередині неї по змійовику. Температура води на вході t_0 . Якщо вода тече з швидкістю v_1 , то її температура на виході дорівнює t_1 . Виявилось, що швидкість охолодження посудини не змінилася, коли швидкість води стала рівною v_2 . Визначити температуру води на виході в другому випадку.

117. Паливо дістали змішуванням рівних об'ємів бензину і спирту. Яка кількість теплоти виділиться при згоранні 1 кг суміші?

118. Паливну суміш приготували із сухої дерев'яної тирси, торфу і кам'яного вугілля, маси яких взято у відношенні 6:3:1. Яка кількість теплоти виді-

литься при згоранні 1 кг такої суміші, якщо питомі теплоти згорання взятих компонентів відповідно дорівнюють 10^7 ; $1,4 \cdot 10^7$ і $3 \cdot 10^7$ Дж/кг?

119. У якому відношенні слід взяти об'єми спирту й бензину, щоб питома теплота згорання суміші цих речовин дорівнювала б $4,2 \cdot 10^7$ Дж/кг?

120. Потрібно нагріти певну кількість води від t_1 до t_2 за допомогою джерела теплоти, яке має постійну температуру, вищу за t_2 . Можна нагріти або всю воду одразу до t_2 , або ж нагріти частину води до температури вищої t_2 з таким розрахунком, щоб після змішування нагрітої води з рештою суміші температура стала t_2 . У якому випадку для нагрівання води слід затратити більшу кількість теплоти?

121. Відомо, що для кипіння слід весь час передавати рідині певну кількість теплоти. Пояснити (якісно), звідки ж береться енергія, яка підтримує кипіння води в кавнику протягом 10 – 15 с після зняття киплячого кавника з плити.

122. У невеликий чайник налито доверху теплої води ($t = 30^\circ\text{C}$). Чайник охолоджується на 1°C за $\tau = 5$ хв. Щоб не дати чайникові охолонути, в нього капають з крана гарячу воду ($t_2 = 45^\circ\text{C}$). Маса однієї краплі $m_k = 0,2$ г. Скільки крапель n за хвилину має потрапляти в чайник, щоб температура підтримувалась рівною 30°C ? На скільки градусів підігріватиметься вода за 1 хв, якщо капати втричі частіше? Вважати, що температура води в чайнику вирівнюється дуже швидко. Зайва вода виливається. Місткість чайника 3 л. Температура навколишнього повітря $t_0 = 20^\circ\text{C}$.

123. Чому тонка мідна дротина плавиться в полум'ї газової плити, а товстий мідний стержень навіть не розжарюється?

124. У посудині з водою плаває свічка, в яку знизу вставлено цвях (рис.21). Чи приведе така конструкція підсвічника до збільшення тривалості горіння свічки?

125. Стеаринову свічку бічною поверхнею прикріплюють до цегляної стіни. Куди стікатиме стеарин — до стіни чи в бік, протилежний до неї?

126. Космонавт на поверхні Місяця відкрив заповнену водою ампулу. Як поводитиметься вода?

127. З металевого диска вирізали сектор (рис.22). Як зміниться кут α при нагріванні диска?

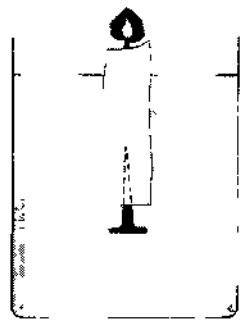


Рис. 21

128. У заповнену волою дерев'яну посудину стріляють з рушніці і посудина розлітається. Чому?

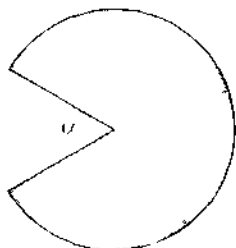


Рис. 22

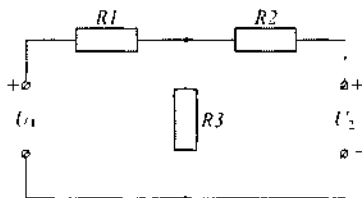


Рис. 23

129. Електричне коло підімкнули до джерел постійної напруги U_1 і U_2 (рис.23). За яких умов струм через резистор з опором R_1 дорівнює нулю?

130. Електродвигун, що приводить у дію насос, підімкнули до мережі з напругою 220 В. Насос подає 500 м^3 води на висоту 20 м. Який заряд пройде обмоткою електродвигуна, якщо ККД установки (двигуна з насосом) 40%?

131. Тетраедр спаяний з мідних дротинок довжиною $l = 10 \text{ см}$ і перерізом $S = 3 \text{ мм}^2$. Визначити опір тетраедра між його двома вершинами.

132. При паралельному вмиканні в мережу з напругою U_1 двох нагрівників на них виділяються потужності P_1 і P_2 . Яка потужність виділятиметься на кожному з цих нагрівників, якщо їх увімкнути послідовно в коло з напругою U_2 ? Опір нагрівників не змінюється.

133. На двох резисторах, увімкнутих в електричне коло паралельно, виділяється при силі струму 4 А потужність 144 Вт, а при послідовному з'єднанні виділяється 36 Вт при силі струму в 1 А. Визначити опори цих резисторів.

134. Три лампочки, розраховані на 110 В, споживають 50, 50 і 100 Вт. За якою схемою можна увімкнути ці лампочки в коло з напругою 220 В так, щоб всі вони горіли нормально?

135. При підімкненні до мережі трилампової люстри з двома вимикачами припустилися помилки. Внаслідок цього при замиканні одного з вимикачів всі три лампи горіли з неповним розжаренням. При замиканні другого вимикача горіла нормально лише одна з трьох ламп (дві інші не горіли), і той самий ефект давало замикання обох вимикачів одночасно. При розімкнутих вимикачах всі три лампи не горіли. Накреслити можливу схему виконаного монтажу, пояснити спостережувані ефекти.

136. З резисторів опорами 1, 2, 3 і 4 Ом зібрано коло (рис.24). Якої сили струм йде через амперметр A_2 , якщо амперметр A_1 показує 5 А? Покази вольтметра $U = 10$ В. Вимірні прилади ідеальні.

137. Коло (рис.25) складається з батарейки, двох однакових вольтметрів і міліамперметрів. Паралельно увімкнуті прилади показують $U_1 = 0,25$ В і $I_1 = 0,75$ мА, другий міліамперметр показує $I_2 = 1$ мА. Визначити напругу батарейки і опори приладів.

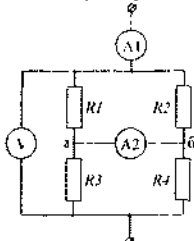


Рис. 24

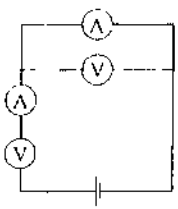


Рис. 25

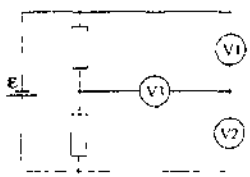


Рис. 26

138. У колі (рис.26) всі вольтметри однакові. ЕРС батареї $\epsilon = 5$ В; її внутрішній опір малий. Перший вольтметр показує $U_1 = 2$ В. Що показують решта вольтметрів?

139. У якому з резисторів (рис.27) виділиться більша кількість теплоти при вмиканні схеми в коло точками A і B ?

140. При ремонті електроплитки спіраль укоротили на 25% її початкової довжини. Як зміниться споживана плиткою потужність?

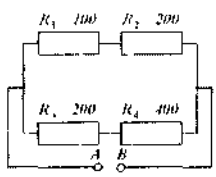


Рис. 27

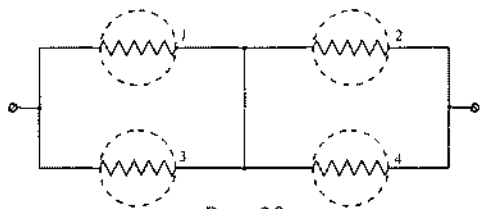


Рис. 28

141. Одна з чотирьох однакових електроплиток (рис.28) перегоріє. Як зміниться після цього потужність, споживана кожною плиткою?

142. При замкнутому ключі K (рис.29) амперметр показує силу струму $I_1 = 0,45$ А. Яку силу струму покаже амперметр при розімкнутому ключі? Напругу на клеммах вважати постійною.

143. Якої сили струм йде по перемичці AB (рис.30)?

144. Електрична плитка, підімкнена до мережі з напругою $U_0 = 220$ В, споживає потужність $P_0 = 600$ Вт. Яку потужність споживатиме ця плитка, якщо її ввімкнути в мережу з напругою $U = 127$ В? Опір плитки можна вважати постійним.

145. Дротина довжиною l має опір R . Кінці дротини замкнули і утворене кільце підімкнули до клем так, що одна з частин кільця має довжину a . Визначити опір кола між клемми.

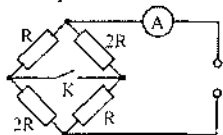


Рис. 29

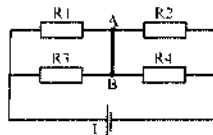


Рис. 30

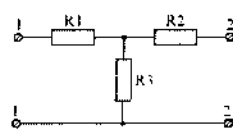


Рис. 31

146. З трьох резисторів з опорамі R_1 , R_2 і R_3 зібрали коло (рис.31). Якщо на вхід 1-1' подати $U_0 = 1,5$ В, а до клем 2-2' підімкнути амперметр, він покаже силу струму $I = 60$ мА. Якщо ж замість амперметра до клем 2-2' підімкнути вольтметр, він покаже $U = 1$ В. Якщо напругу U_0 подати на клемі 2-2', а вольтметр підімкнути до клем 1-1', він знову покаже $U = 1$ В. Визначити опори резисторів. Опір амперметра вважати дуже малим, а вольтметра — дуже великим порівняно з опорамі резисторів.

147. Потрібно виготовити піч, нагрівний елемент якої виділяє потужність 2,1 кВт. Напруга в мережі 220 В, опір підвідних проводів 1 Ом. Яким має бути опір нагрівного елемента?

148. При розімкнутих ключах K_1 і K_2 коло (рис.32) споживає потужність P_0 . При одному замкнутому ключі K_1 споживається потужність P_1 , а при K_2 — P_2 . Яка потужність споживатиметься колом, якщо замкнути обидва ключі? Опори резисторів невідомі.

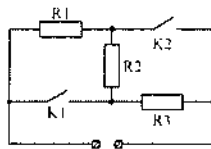


Рис. 32

149. Яке з ребер дротяного куба слід викинути, щоб опір між A і B (рис. 33) змінився найбільше? Опори всіх ребер куба однакові.

150. Електрична праска споживає потужність $P_1 = 750$ Вт при напрузі $U_1 = 110$ В, а кімнатний обігрівач — $P_2 = 1$ кВт при тій самій напрузі. Яку потужність споживатиме кожен прилад, коли їх з'єднати послідовно і підвести до них напругу $U_2 = 220$ В? Опір приладів не змінюється.

151. Шість однакових вольтметрів з'єднані між собою (рис.34) і підімкнені до джерела постійної напруги. Один з вольтметрів показує при цьому напругу $U = 10$ В. Які покази решти вольтметрів?

152. Три однакові мідні дротини довжиною l і площею поперечного перерізу

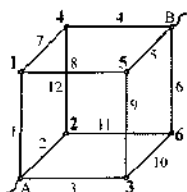


Рис. 33

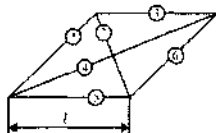


Рис. 34

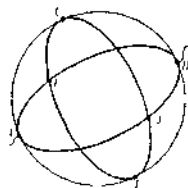


Рис. 35

згорнуті в кільця і спаяні (рис.35). Визначити опір між точками A і B . Питомий опір міді ρ . Площини кілець попарно перпендикулярні.

153. Нагрівник термостата підімкнений до мережі через реостат (рис. 36) з опором $R = 30$ Ом. Якщо опір нагрівника $r = 90$ Ом, то при повністю введеному реостаті вода закипає за $t = 8$ хв. При якому опорі нагрівника вода закипить за $t_1 = 4$ хв, якщо реостат введено наполовину? Тепловими втратами знехтувати.

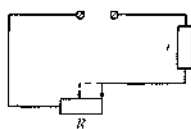


Рис. 36

154. Як увімкнути електронагрівники потужністю 500, 500 і 1000 Вт, розраховані на напругу 110 В, в мережу з напругою 220 В, щоб кожен споживав вказану потужність?

155. Коло складається з двох батарей з напругами $U_1 = 6$ В і $U_2 = 12$ В, реостата з ковзним контактом, повний опір якого $R = 1800$ Ом, резистора опором $r = 200$ Ом і амперметра (рис.37). З яким полюсом другої батареї слід з'єднати ковзний контакт і яке положення він має займати на реостаті, щоб струм через амперметр дорівнював нулю?

156. У колі (рис.38) $R_1 = 15$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 30$ Ом і $R_4 = 40$ Ом. Що покаже амперметр A з мізерно малим опором, якщо між точками A і B напруга $U = 36$ В?

157. Визначити напругу на затискачах джерела живлення, яке забезпечує в колі струм $I = 2$ А. Коло складається з двох паралельно увімкнутих лампочок потужністю $P = 30$ Вт кожна. Втрати потужності в проводах становлять 10% корисної потужності.

158. Відомі опори резисторів і сила струму через один резистор (рис.39). Знайти сили струму через решту резисторів, а також підведену напругу U .

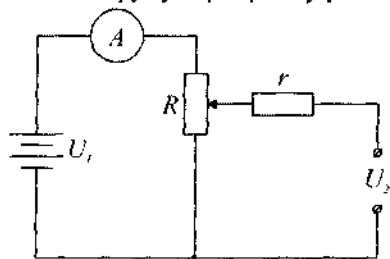


Рис. 37

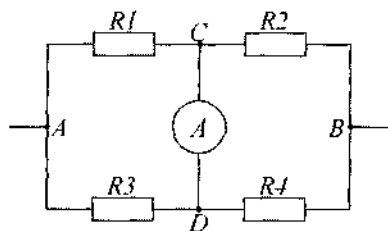


Рис. 38

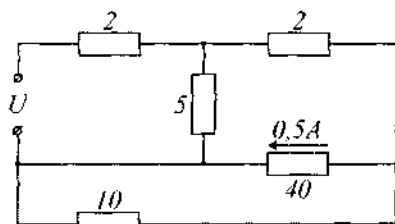


Рис. 39

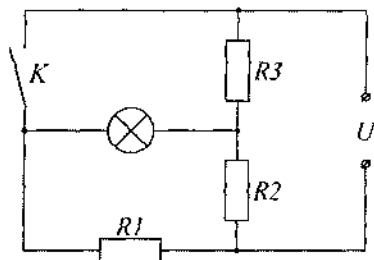


Рис. 40

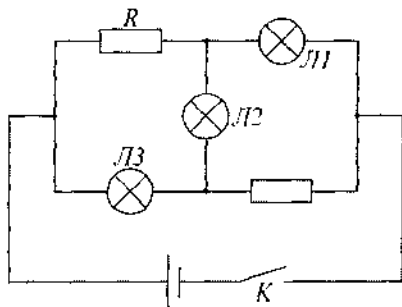


Рис. 41

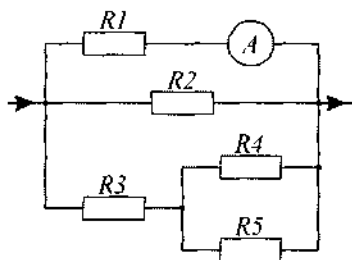


Рис. 42

159. У колі (рис.40) лампочка горить однаково яскраво як при замкнутому, так і при розімкнутому ключі K ; $R_1 = R_3 = 90 \text{ Ом}$; $R_2 = 180 \text{ Ом}$; $U = 54 \text{ В}$. Визначити напругу на лампочці.

160. При замиканні ключа K (рис.41) спочатку загоряється лампочка L_2 , потім лампочки L_1 і L_3 , при цьому лампочка L_2 гасне. Пояснити явище. Лампочки L_1 і L_3 однакові.

161. Амперметр (рис.42) показує $I_1 = 0,5$ А. Визначити силу струму через резистор R_4 . Опори резисторів: $R_1 = R_4 = 2$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = R_5 = 1$ Ом. Опором амперметра знехтувати.

162. У колі (рис.43) джерело струму й амперметр поміняли місцями. Які сили струму покаже амперметр у цих двох випадках? $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом, $R_3 = 60$ Ом, $U = 10$ В, внутрішнім опором джерела струму й амперметра знехтувати.

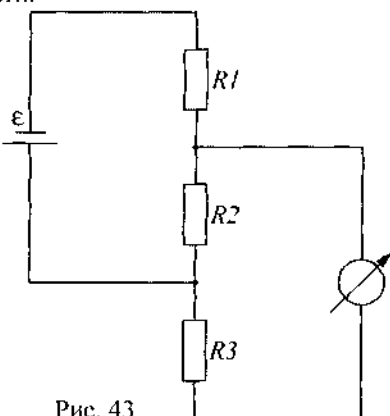


Рис. 43

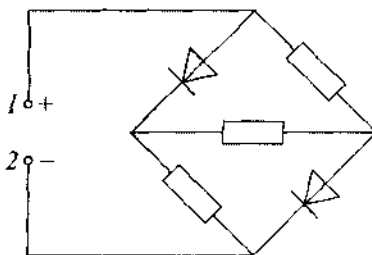


Рис. 44

163. У скільки разів зміниться теплова потужність, яка виділяється в електричному колі, при зміні полярності на клеммах 1 і 2 (рис.44)? Напругу на клеммах вважати сталою, діоди ідеальними, опори резисторів однаковими.

164. Електроплитка, яка має три однакові спіралі з опором $R = 120$ Ом кожна, з'єднані паралельно між собою, підімкнена до мережі послідовно з резистором, опір якого $r = 0,5$ Ом. Як зміниться час нагрівання на цій плитці до кипіння чайника з водою, якщо одна із спіралей перегорить?

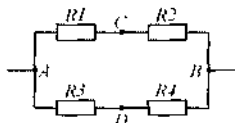


Рис. 45

165. Напруга між точками B і A (рис.45) $U_1 = 120$ В. Визначити відношення опорів R_1/R_2 , якщо $R_3/R_4 = 2$, а напруга між точками C і D дорівнює $U_2 = 20$ В.

166. Обмотка індукційної нагрівальної печі виготовлена з мідної трубки довжиною $l = 30$ м із зовнішнім діаметром $D = 12$ мм і

внутрішнім $d = 10$ мм. Обмотку охолоджують водою, яка тече трубкою. Скільки води споживає за годину піч, якщо сила струму в обмотці $I = 1000$ А, температура води на вході в трубку $t_1 = 10^\circ\text{C}$, на виході — $t_2 = 30^\circ\text{C}$?

167. Для новорічної ялинки виготовили гірлянду з 21 лампочкою розжарення, кожна з яких розрахована на $U_1 = 6$ В. Лампочки з'єднали послідовно і підімкнули до мережі з напругою $U = 127$ В. Одна з лампочок перегоріла, а заміни їй не знайшлося. Тоді учень замкнув її накоротко. Як змінилася при цьому освітленість сцени? Чи правильно вчинив учень?

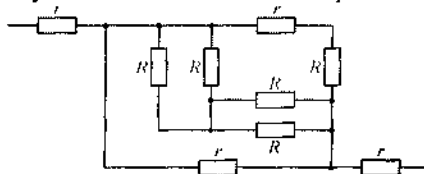


Рис. 46

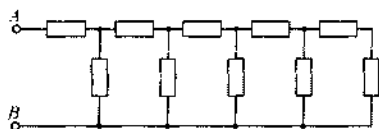


Рис. 47

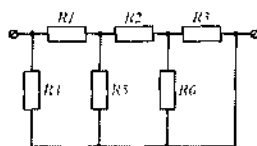


Рис. 48

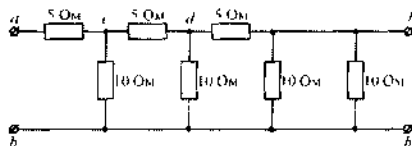


Рис. 49

168. Визначити повний опір кола (рис.46), якщо $r = 1$ Ом і $R = 2$ Ом.

169. Визначити опір між точками A і B (рис.47), якщо всі опори в колі однакові і дорівнюють $R = 55$ Ом.

170. Визначити загальний опір кола (рис. 48), якщо $R_1 = 0,5$ Ом; $R_2 = 1,5$ Ом; $R_3 = R_4 = R_6 = 1$ Ом і $R_5 = \frac{2}{3}$ Ом.

171. На вхід ланцюжка резисторів (рис. 49) подано напругу $U = 160$ В. Визначити напругу U_1 на виході.

172. Яку напругу показує вольтметр (рис. 50), якщо $R_1 = R_2 = R_5 = 2$ Ом, $R_3 = R_4 = R_6 = 1$ Ом? Напруга $U_{ab} = 41$ В.

173. Чотири однакові лампочки, розраховані на напругу $U = 2,5$ В, увімкнуті так, як показано на рис. 51. Як змінюватиметься розжарення лампочок, якщо по чергово замикаєть ключі: 1) K_1 ; 2) K_2 ; 3) K_3 ; 4) K_1 і K_2 ; 5) K_2 і K_3 ; 6) K_1 , K_2 і

K_3 при решті розімкннутих ключів?

174. На вхід електричного кола (рис. 52) подано $U_1 = 120$ В. Напряга на виході при цьому дорівнює $U_2 = 30$ В. Якщо до виходу цього кола

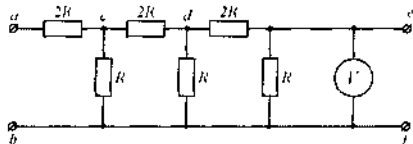


Рис. 50

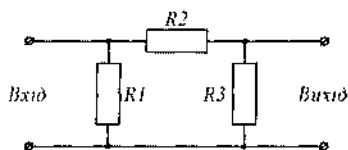


Рис. 52

підімкнути амперметр з дуже малим внутрішнім опором, то він покаже $I = 2$ А. Якщо ж на вихід кола подати напругу $U_1 = 120$ В, то напруга на вході $U_2 = 24$ В. Знайти значення опорів R_1 , R_2 і R_3 .

175. Дротяне кільце радіуса r виготовлене з дротини перерізом S і питомим опором ρ . Кільце підімкнено до джерела струму (рис. 53). Знайти опір кола як функцію кута повороту повзунка і побудувати графік $R_1(\varphi)$.

176. Визначити опір шестикутника (рис. 54), увімкненого в коло точками A і B . Опір кожного резистора $r = 2$ Ом.

177. Паралельно резистору 1 вмикають такий самий резистор 2 (рис. 55). Чи зміняться при цьому покази амперметрів A_1 і A_2 ? Внутрішнім опором вимірювальних приладів знехтувати.

178. Як зміняться покази амперметра (рис. 56) при замиканні ключа K ?

179. N точок з'єднані між собою попарно провідниками з опором R . Визначити опір системи між двома будь-якими точками.

180. Який з резисторів (рис. 57) треба замкнути накоротко, щоб опір між точками A і B змінився найсильніше?

181. При якому співвідношенні між опорами резисторів r_1 , r_2 , r_3 і r_4 (рис. 58) виконується рівність $R_{1,2} = R_{3,4}$?

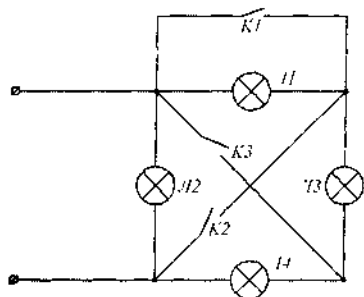


Рис. 51

182. Дротяний резистор, намотаний виток до витка на циліндричний каркас, має $n = 10$ витків, його опір $R = 5$ Ом. Після того, як в одній з точок зруйнувалась ізоляція провуда, опір резистора зменшився до $R_1 = 4,75$ Ом. Який опір виник у точці пошкодження ізоляції?

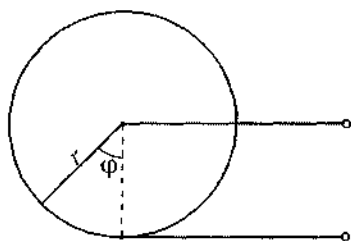


Рис. 53

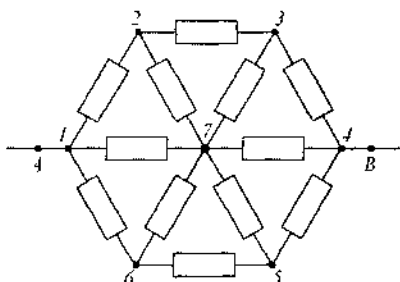


Рис. 54

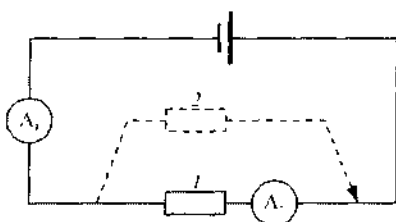


Рис. 55

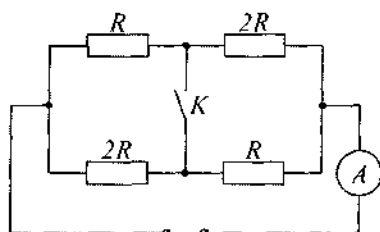


Рис. 56

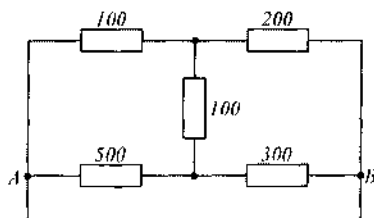


Рис. 57

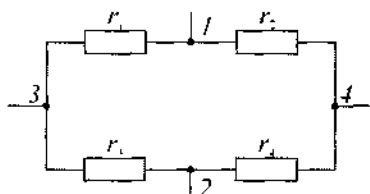


Рис. 58

183. На лабораторних заняттях учитель склав електричне коло з п'яти резисторів з однаковими опором і підімкнув до джерела постійного струму (рис. 59). Після цього Аллі, Борі, Віті, Грицькові і Дмитрику були видані однакові шкільні вольтметри, за допомогою яких кожен мав виміряти напругу на резисторі, позначеному відповідною літерою. Результати вимірювання вияви-

лися такими: Алла — 1 В, Боря — 1 В, Вітя — 2 В, Грицько — 4 В, Дмитрик — 5 В. Перевіривши вольтметри після занять, вчитель виявив, що в одному з них зміщена шкала. Хто з учнів користувався зіпсованим вольтметром?

184. За якою схемою (рис. 60) вигідніше вмикати прилади, щоб точніше виміряти опір резистора?

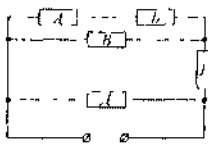


Рис. 59

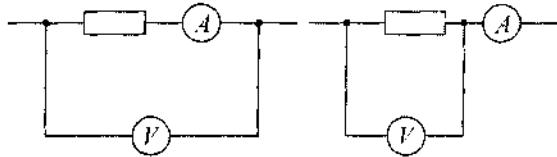


Рис. 60

185. Опір провідника вимірюють за двома схемами (рис. 61, а і б), подаючи однакову напругу на клемі C і D . У першому випадку вольтметр показує $U_1 = 190$ В, а амперметр — $I_1 = 1,9$ А, у другому — $U_2 = 170$ В і $I_2 = 2$ А. Скориставшись результатами цих вимірювань, знайти опір R провідника.

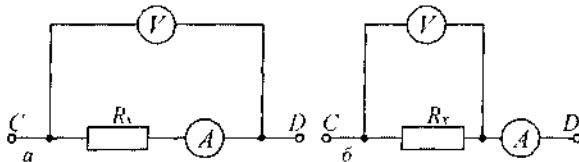


Рис. 61

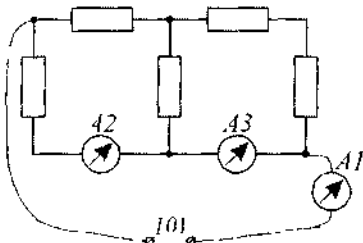


Рис. 62

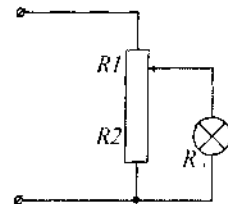


Рис. 63

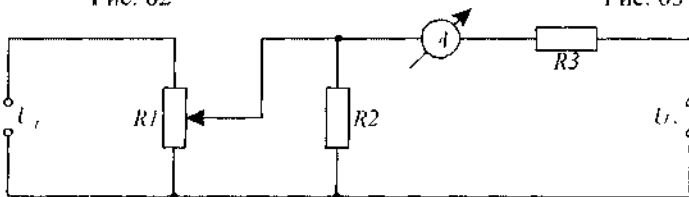


Рис. 64

186. Визначити покази амперметрів A_1 , A_2 і A_3 (рис. 62). Усі резистори мають опір 1 Ом, опір провідників і амперметрів мізерно малий.

187. До мережі з напругою $U = 220$ В через потенціометр підімкнули електричний прилад (рис. 63). Визначити споживану приладом потужність і ККД установки. $R_1 = 200$ Ом, $R_2 = 100$ Ом, $R_H = 10$ Ом.

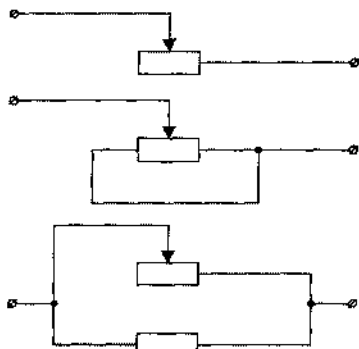


Рис. 65

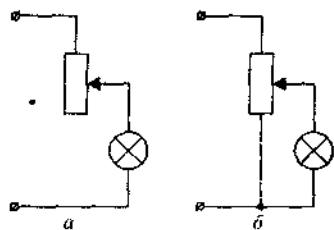


Рис. 66

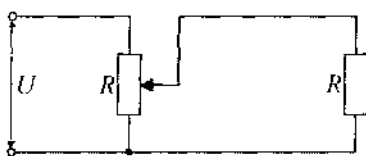


Рис. 67

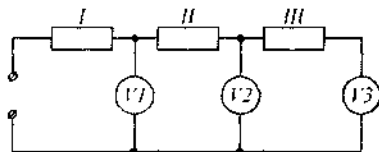


Рис. 68

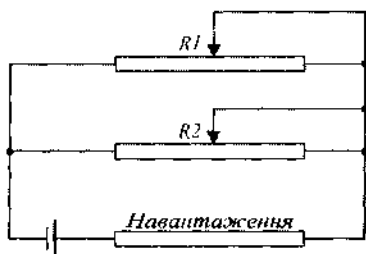


Рис. 69

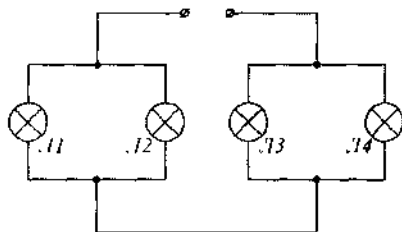


Рис. 70

188. У колі (рис. 64) $U_1 = 200$ В, $U_2 = 100$ В, $R_1 = R_2 = 100$ Ом. У якому відношенні повзунок ділить опір R_1 , якщо сила струму через резистор з опором R_1 дорівнює нулю?

189. Чотири однакові резистори R з'єднують різними способами. Скільки існує можливих способів з'єднання? Накреслити їхні схеми та визначити опори цих кіл.

190. З однакових резисторів опором по $R = 5$ Ом потрібно дістати опір $r = 3$ Ом. Як їх слід з'єднати, щоб обійтися мінімальною кількістю резисторів?

191. Для кожного із кіл (рис. 65) побудувати графіки залежності повного опору кола від опору правої частини реостата.

192. Для вмикання лампочки, розрахованої на напругу $U = 110$ В, у коло з напругою $U_1 = 220$ В можна скористатися схемою *a* або *б* (рис. 66). Визначити ККД кожної із схем. Опір лампочки 1000 Ом, реостата 2000 Ом.

193. Напругу на навантаженні регулюють за допомогою реостата (рис. 67). Опори навантаження і реостата дорівнюють R . Навантаження підімкнене до половини реостата. Вхідна напруга U . Як зміниться напруга на навантаженні, якщо його опір збільшити вдвічі?

194. Електричне коло складене з однакових резисторів і вольтметрів (рис. 68). Перший вольтметр показує $U_1 = 10$ В, а третій $U_3 = 8$ В. Що показує другий вольтметр?

195. Для регулювання сили струму в колі користуються двома реостатами з ковзним контактом, причому $R_1 = 10 R_2$ (рис. 69). Які операції слід здійснити, щоб відрегулювати силу струму заданого значення? Чому краще паралельне з'єднання двох таких реостатів, ніж застосування одного реостата R_1 ?

196. Електричні лампочки L_1, L_2, L_3, L_4 потужністю відповідно $P_1 = 50$ Вт, $P_2 = 25$ Вт, $P_3 = 100$ Вт і $P_4 = 50$ Вт увімкнуті в коло (рис. 70). На клема подаю напругу, на яку розрахована кожна з лампочок. У якій з них виділяється найбільша кількість теплоти?

197. Є вимикач і дві електричні лампочки, на цоколі однієї з них написано 75 Вт і 220 В, а на цоколі другої — 15 Вт і 220 В. Скласти схему, яка б задовольняла такі умови: коли вимикач перебуває в одному положенні, то горить лише лампа в 75 Вт, якщо ж вимикач переводиться в інше положення, то ця лампа гасне і загоряється лампа потужністю 15 Вт.

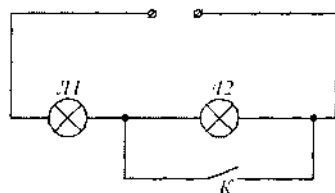


Рис. 71

198. У коло ввімкнули послідовно лампочку L_1 , розраховану на 220 В (рис. 71), і лампочку L_2 від кишенькового ліхтарика. При ввімкненні цього

кола в мережу з напругою 220 В лампочка від ліхтарика відразу перегорє. Якщо спочатку замкнуті перемикач K , то після підімкнення до мережі обидві лампи світять нормально (при розімкненому перемикачі K). Пояснити різницю в поведінці ламп.

199. Світну рекламу необхідно виготовити у вигляді правильного шестикутника. Для цього є чотири 60 ватні лампочки, розраховані на 110 В, і дві 60-ватні лампочки, розраховані на 220 В. Реклама вмикається в мережу з напругою $U = 220$ В. Як слід увімкнути лампочки, щоб всі вони світили нормально? Обчислити опір R реклами і силу струму I , споживану з мережі.

200. Є дві лампи потужністю $P_1 = 200$ Вт і праска потужністю $P_2 = 600$ Вт, розраховані на $U_1 = 127$ В. Як їх увімкнути в мережу з напругою $U = 220$ В, щоб вони працювали в умовах, найбільш близьких до нормальних, і щоб напруга на будь-якому приладі не перевищувала номінальну більш як на 10%?

201. Як зміниться опір між точками A і D (рис. 72), якщо двома перемикачами з товстого мідного дроту замкнуті точки AC і BD ? Опір кожної лампи $R = 30$ Ом.

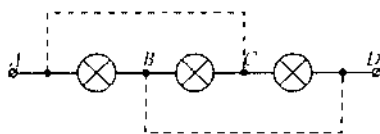


Рис. 72

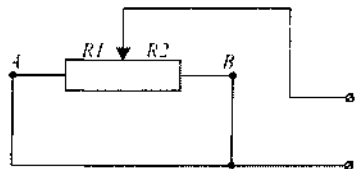


Рис. 73

202. У яких межах можна змінювати опір резистора (рис. 73), якщо точки A і B замкнуті накоротко? Повний опір резистора R .

203. Праска з терморегулятором при номінальній напрузі мережі періодично вмикається на 1 хв, підтримуючи майже сталу температуру. При зниженні на 10% напрузі цей час збільшується до 2 хв. При якій найменшій напрузі терморегулятор зможе підтримувати цю температуру?

204. Електрична праска з терморегулятором, встановленим у положення "шерсть", нагрівається до $t_1 = 140$ °С. При цьому в режимі, що встановився, регулятор вмикає праску на $\tau = 30$ с через $T_1 = 5$ хв. У положенні "льон" праска вмикається на ті ж 30 с через $T_2 = 3$ хв. Визначити температуру праски при регуляторі, встановленому в положення "льон". Температурною залежністю опору нагрівника знехтувати. Температура в кімнаті $t = 20$ °С.

205. При встановленні терморегулятора в положення “капрон” праска періодично вмикається на $t_1 = 10$ с і вимикається на $T_1 = 40$ с. Поверхня праски при цьому нагрівається до $t_1 = 100$ °С. При встановленні терморегулятора в положення “бавовна” праска періодично вмикається на $t_2 = 20$ с і вимикається на $T_2 = 30$ с. Визначити, яка температура поверхні праски t_2 встановиться в цьому положенні терморегулятора. До якої температури t_3 нагріється увімкнута праска, якщо терморегулятор зіпсується? Вважати, що тепловіддача пропорційна різниці температур праски і навколишнього повітря. Температура в кімнаті $t_0 = 20$ °С.

206. У калориметр з водою опущено електричний нагрівник з двома секціями. При ввімкненні однієї секції вода закипає за $t_1 = 5$ хв, а при ввімкненні тільки другої секції — за $t_2 = 8$ хв. За скільки часу закипить вода, якщо секції увімкнуті послідовно і паралельно?

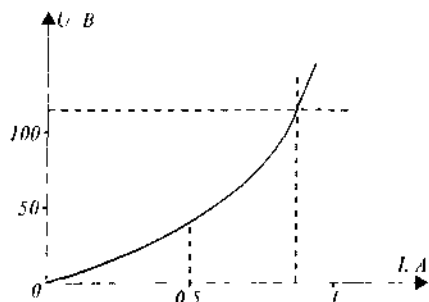


Рис. 74

207. Чи можна дві лампи потужністю $P_1 = 60$ Вт і $P_2 = 100$ Вт, розраховані на $U_0 = 127$ В, увімкнути послідовно в мережу з напругою $U = 220$ В, якщо допускається перевищення напруги не більш як на 10%? Вольтамперна характеристика лампи потужністю 100 Вт зображена на рис. 74.

208. Ділянка кола містить резистор з опором $R = 1$ Ом, сполучений послідовно з паралельним з'єднанням двох резисторів з опором R і $2R$. Опір одного з паралельно з'єднаних резисторів зріс у 2 рази, а опір другого резистора зменшився в 2 рази. Як слід змінити напругу на ділянці кола, щоб виділювана в ній потужність не змінилась?

209. Два однакові нагрівники споживають кожен потужність $P = 200$ Вт при $U = 120$ В. Нагрівники довгими і тонкими провідниками підімкнені до джерела струму, внутрішнім опором якого можна знехтувати. При послідовному і паралельному з'єднанні нагрівників вони виділяють однакову кількість теплоти за одиницю часу. Визначити опір підвідних провідників.

210. При ввімкненні нагрівальної спіралі до джерела сталої напруги її витки слабо світяться. Коли дротину вирівняли, свічення зникло, хоча споживана потужність не лише не зменшилась, а навіть зросла. Пояснити цей ефект.

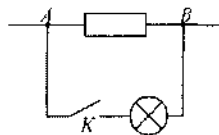


Рис. 75

211. Напряга на ділянці AB (рис. 75) 100 В. Чи перегорить лампочка на 4,5 В, якщо її підімкнути до точок A і B і замкнути контакт K ?

212. Кожен з вольтметрів показує 110 В і кожна з ламп L_1 і L_2 розрахована на 110 В (рис. 76), але лампи мають різну номінальну потужність. Чи не перегорять лампи при замиканні контактів K_1 і K_2 ?

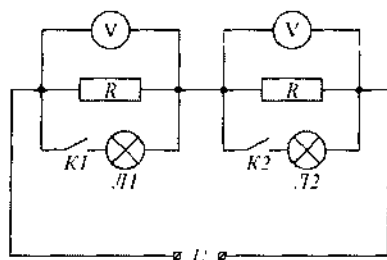


Рис. 76

213. Господиня налила в електричний чайник води при 20°C і увімкнула його в мережу. Через $\tau = 20$ хв вода нагрілася до кипіння. В цей момент до господині зайшла приятелька, і вони пішли на прогулянку. Повернулася господиня через годину. Чи виявила вона воду в чайнику?

214. При температурі на вулиці $t_0 = -20^\circ\text{C}$ батарея підтримує в кімнаті температуру $t_1 = 16^\circ\text{C}$. Якщо, крім батареї, увімкнути плитку потужністю $P_2 = 1$ кВт, то в кімнаті встановиться температура $t_2 = 22^\circ\text{C}$. Визначити теплову потужність батареї P_1 .

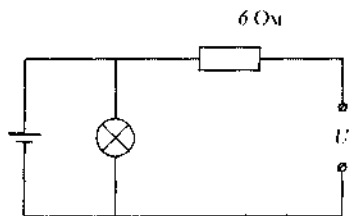


Рис. 77

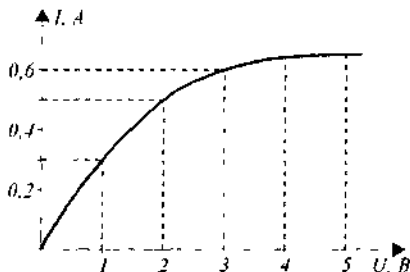


Рис. 78

215. У колі (рис. 77) напруга батарейки стала, а напругу джерела можна змінювати. При $U = 3$ В струм через джерело не йде. При якій напрузі джерела батарейка не розряджатиметься? Залежність сили струму через лампочку від напруги на ній показано на рис. 78.

216. Визначити опір кола, зображеного на рис. 79.

217. Два вольтметри з внутрішніми опороми $R_1 = 6 \cdot 10^3$ Ом і $R_2 = 4 \cdot 10^3$ Ом з'єднані (рис. 80). Опір $R_3 = 10^4$ Ом, напруга $U = 180$ В. Знайти покази вольтметрів при розімкненому і замкненому перемикачі K і встановленні повзунка

на середині резистора R_3 . На які частини R'_3 і R''_3 ділитиме повзунок опір R_3 при однакових показках вольметрів?

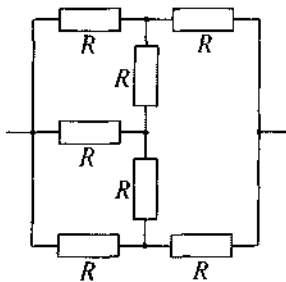


Рис. 79

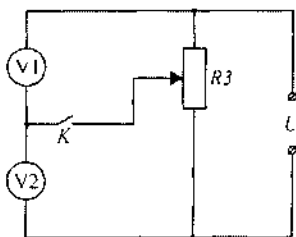


Рис. 80

218. Амперметр, вольметр і резистор увімкнуті за двома схемами (рис. 81, а, б). Амперметр у першому випадку показує $I_1 = 1,96$ А, у другому — $I_2 = 2,06$ А, вольметр — $U_1 = 50$ В і $U_2 = 49,6$ В. Визначити опір резистора R , амперметра R_a , вольметра R_v .

219. До джерела з напругою $U = 5$ В приєднали лампочку послідовно з амперметром, який показав $I_1 = 0,2$ А. Паралельно до амперметра увімкнули резистор, після чого амперметр показав $I_2 = 0,15$ А. Якої сили струм тече тепер по лампочці? Чому дорівнює опір увімкненого резистора? Вольтамперну характеристику лампочки показано на рис. 82.

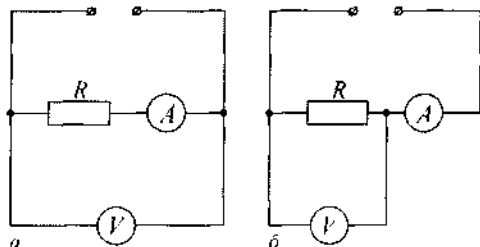


Рис. 81

220. На телеграфній однопровідній лінії сталося пошкодження з опором заземлення r . У якому місці сталося пошкодження, якщо сила струму на приймальному пункті була мінімальною? Опором приймального амперметра знехтувати.

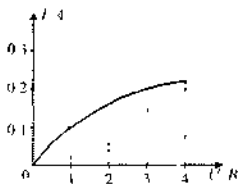


Рис. 82

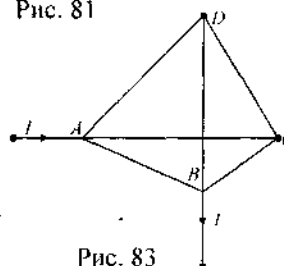


Рис. 83

221. При тривалому пропусканні струму силою $I_1 = 1,4$ А через дротину вона нагрілася до $t_1 = 55$ °С, а при силі струму $I_2 = 2,8$ А — до $t_2 = 160$ °С. До

якої температури нагріється дротина при силі струму $I_3 = 5,6$ А? Опір дротини не залежить від температури.

222. Дротяний каркас (рис. 83) увімкнено до джерела сталої напруги U . Опір кожного ребра R . Вимкнення якого з ребер каркаса призведе до найбільшої зміни сили струму I в колі? Чому дорівнює ця максимальна зміна сили струму ΔI_{\max} ? Опором підвідних провідників знехтувати.

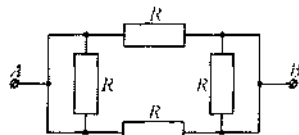


Рис. 84

223. Чотири однакові резистори опором R учень увімкнув у коло (рис. 84). Який опір він дістав між точками A і B ? Опором з'єднувальних провідників знехтувати.

224. У колі (рис. 85) $R_1 = R_4 = R_6 = 6$ Ом; $R_2 = 9$ Ом; $R_3 = 3$ Ом; $R_5 = 4$ Ом. Що покажуть амперметр, якщо на клеми кола подати напругу $U = 6$ В? Внутрішній опір амперметра знехтувати.

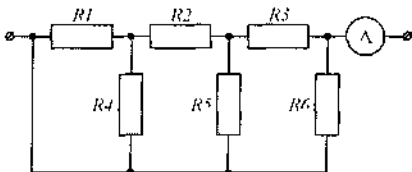


Рис. 85

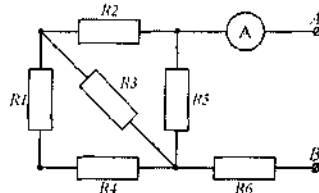


Рис. 86

225. Що покаже амперметр, якщо до точок A і B кола (рис. 86) підведено напругу $U = 220$ В? Опори резисторів $R_1 = 15$ Ом; $R_2 = 2$ Ом; $R_3 = R_4 = 5$ Ом; $R_5 = 3$ Ом; $R_6 = 38$ Ом. Опором з'єднувальних провідників знехтувати.

226. У коло з напругою $U = 120$ В увімкнено паралельно дві лампочки: $L1$ потужністю $P_1 = 300$ Вт на 120 В і $L2$ — 12-вольтова лампочка послідовно з опором R (рис. 87). Знайти покази амперметрів A і $A1$, опір R , якщо амперметр $A2$ показує $I_2 = 2$ А і лампочка $L2$ світиться нормально.

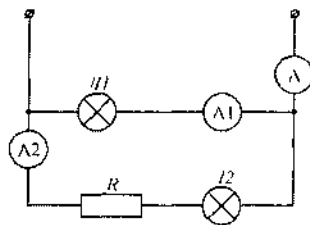


Рис. 87

227. В електричне коло увімкнуті резистори з опором $R_1 = 60$ Ом, $R_2 = 200$ Ом, $R_3 = 300$ Ом, вольтметр і амперметр (рис. 88). Яку силу струму і напругу показують амперметр і вольтметр, якщо внутрішній опір амперметра $R_a = 40$ Ом, вольтметра $R_v = 2000$ Ом?

228. Резистори $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 15 \text{ Ом}$ і $R_4 = 10 \text{ Ом}$ увімкнуті в коло (рис. 89). Вольтметр показує $U_v = 12 \text{ В}$. Визначити напругу U джерела і силу струму I в колі. Внутрішній опір вольтметра дуже великий, і струмом, що йде ним, можна знехтувати.

229. Сталева добре відполірована кулька має ідеально круглу форму. Чи можна намагнітити таку кульку?

230. Людина йде до вертикального плоского дзеркала з швидкістю $v = 1 \text{ м/с}$. З якою швидкістю вона наближається до свого зображення?

231. На стіні кімнати вертикально висить дзеркало. Яку мінімальну довжину l_0 мусить мати дзеркало, щоб людина, зріст якої $h = 186 \text{ см}$, могла бачити себе в ньому на повен зріст? На якій висоті при цьому слід розмістити верхній край дзеркала?

232. Дзеркало підвішене на стіні похило. Більші чи менші розміри воно повинно мати порівняно з підвішеним вертикально, щоб людина могла бачити себе на повен зріст? Чому зображення в такому дзеркалі здається падаючим?

233. У кімнаті довжиною L і висотою H висить вертикально на стіні плоске дзеркало. Людина перебуває на відстані l від тієї стіни, на якій висить дзеркало. При якій найменшій висоті дзеркала людина бачитиме стіну, що знаходиться за її спиною, на всю її висоту?

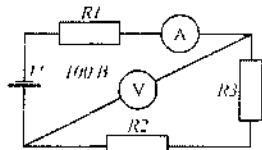


Рис. 88

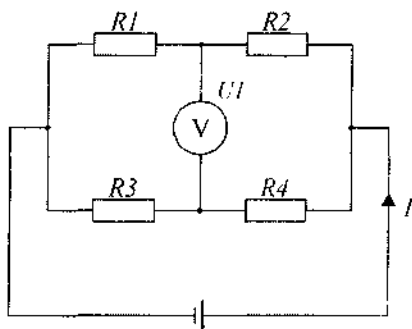


Рис. 89

ЗАДАЧІ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРУ

1. Як можна визначити густину каменя, якщо немає мензурки для вимірювання об'єму тіла?
2. Є мензурка з водою і невеликий шматок дерева. Як визначити його густину?

3. Визначити густину тіла.

Обладнання. Тіло густиною, більшою за густину води, посудина з водою, гумовий шнур, гиля відомої маси, міліметровий папір.

4. Як при відсутності терезів визначити густину рідини, маючи з вимірювальних приладів лише мензурку, маса якої відома?

5. Визначити густину речовини у твердому стані. Речовина не розчиняється у воді і не вступає з нею в хімічні реакції. Густиною води вважати рівною 10^3 кг/м^3 .

Обладнання. Скляна посудина з водою, пробірка, мірна лінійка, невідома речовина у вигляді невеликих шматків (як невідому речовину можна використати металевий цинк у гранулах, шматочки алюмінієвого або мідного дроту тощо. Кількість речовини має бути достатньою для заповнення пробірки).

6. Визначити густину пластиліну і оргскла.

Обладнання. Шматок пластиліну, брусок оргскла, дві різні за формою посудини, лінійка, смужка міліметрового паперу, вода.

7. Визначити густину невідомої рідини.

Обладнання. Посудина з водою, посудина з невідомою рідиною (розчином солі), дві скляні трубки, дві гумові трубки, лінійка, пластилін, скляний трійник, ножиці, насос Шінца.

Примітка. При визначенні густини невідомої рідини контакту цієї рідини з водою допускати не можна.

8. Визначити густину невідомої рідини.

Обладнання. Мензурка, посудина з водою, посудина з невідомою рідиною (розчином солі), пробірка.

9. Визначити густину рідини.

Обладнання. Одномірний стержень, циліндрична посудина з досліджуваною рідиною і важки, густина речовини яких відома.

10. Визначити густину олії.

Обладнання. U-подібна трубка, лінійка, посудини з водою й олією.

11. Визначити густину металу, який міститься в одному з двох шматків пластиліну, якщо відомо, що маси пластиліну в обох шматках однакові. Витягати метал із пластиліну не дозволяється.

Обладнання. Терези з різноважками, склянка з водою, штатив.

12. Є 8 абсолютно однакових за розмірами і виглядом кульок, але в одній з них порожнина. Як визначити, яка кулька має порожнину, користуючись лише терезами, причому дозволяється здійснити лише два зважування?

13. Визначити густину повітря у класній кімнаті.

Обладнання. Куля для зважування повітря, навчальні терези, насос вакуумний Комовського, посудина місткістю 1,5–2 л з водою, мірний циліндр місткістю 1000 мл.

14. Чи можна з газетного паперу виготовити підймальну кулю (її форма може бути якою завгодно), яка зможе піднятися після заповнення гарячим повітрям? Густина атмосферного повітря $\rho_1 = 1,3 \text{ кг/м}^3$, густина гарячого повітря $\rho_2 = 1 \text{ кг/м}^3$. Якими мають бути розміри кулі?

15. Обчислити роботу, необхідну для занурення у воду дерев'яного бруска, який плаває в ній. Результат обчислень перевірити експериментально.

Обладнання. Посудина з водою, дерев'яний брусок, лінійка, динамометр із стрілкою, міліметровий папір.

16. Визначити питому теплоємність металу.

Обладнання. Металевий брусок, нагрівник, терези, термометр, посудина з водою, нитка, штатив.

17. Визначити ККД нагрівника (спиртівки).

Обладнання. Спиртівка лабораторна, посудина з водою, термометр, терези навчальні, штатив для фронтальних робіт, склянка на 250 мл (хімічна склянка).

18. Визначити потужність нагрівника.

Обладнання. Нагрівник, калориметр, посудина з водою, мензурка, термометр, секундомір.

19. Виміряти опір електричної лампи, маючи джерело струму, реостат, вольтметр і амперметр.

20. Виміряти питомий опір запропонованих зразків дроту і за результатами вимірювань визначити, з чого вони виготовлені.

Обладнання. Батарейка з ЕРС 4,5 В, вольтметр на 6 В, обмежувальний резистор (змінний на $4,7 \cdot 10^1 \text{ Ом}$), точний резистор (100 Ом, 5%), гальванометр на 100 – 200 мкА з відомим опором, лінійка, олівець, два зразки (мід-

ний дріт довжиною 2 – 3 м й діаметром 0,1 – 0,15 мм і ніхромовий довжиною 0,3 – 0,5 м й діаметром 0,3 – 0,5 мм), таблиця питомих опорів різних матеріалів.

21. Визначити опір мотка дроту, не розмотуючи його і не користуючись амперметром і вольтметром. Перевірити отриманий результат амперметром і вольтметром.

Обладнання. 1) Моток мідного дроту без каркаса; 2) терези з різноважками; 3) лінійка з міліметровими поділками; 4) амперметр; 5) вольтметр; 6) реостат; 7) батарейка кишенькового ліхтарика; 8) з'єднувальні провідники.

22. Дано амперметр, вольтметр, джерело струму і невідомий опір. Як виміряти цей невідомий опір з найбільшою точністю?

23. Визначити опір резистора. Яка абсолютна й відносна похибка виконаних вимірювань напруги і сили струму та знайденого результату? За яких умов точність виконаних вимірювань при використанні тих самих приладів буде максимальною?

Обладнання. Джерело постійного струму, реостат, досліджуваний резистор, амперметр, вольтметр, з'єднувальні провідники.

24. Визначити питомий опір провідника, з якого виготовлено реостат. Встановити абсолютну й відносну похибки проведеного визначення питомого опору.

Обладнання. Реостат, амперметр, вольтметр, міліметрова лінійка або штангенциркуль, джерело струму, вимикач, з'єднувальні провідники.

25. Визначити питомий опір провідника, з якого виготовлено даний реостат.

Обладнання. 1) Реостат шкільний лабораторний; 2) резистор з відомим опором на панелі з клемами (1, 2 або 4 Ом); 3) амперметр шкільний лабораторний; 4) лінійка; 5) джерело постійного струму; 6) вимикач; 7) з'єднувальні провідники.

26. До джерела зі сталою напругою $U = 30$ В підключили послідовно реостат R_1 (максимальний опір 15 Ом, припустима сила струму 5 А) та реостат R_2 (максимальний опір 30 Ом, припустима сила струму 5 А). Реостат R_1 увімкнуто в коло так, щоб його опір не можна було регулювати, а реостат R_2 — так, щоб можна було задавати на ньому різні значення опору (рис. 90). Встановити експериментально залежність

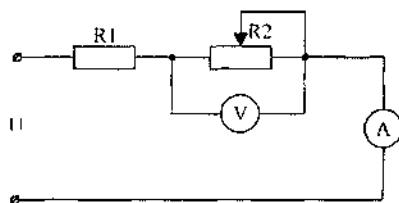


Рис. 90

потужності, споживаної реостатом R_2 , від значення його опору. Опір реостата R_2 змінювати від нуля до максимального значення.

27. Визначити опір резистора.

Обладнання. Джерело струму, амперметр, резистор з невідомим опором, резистор з відомим опором, з'єднувальні провідники, перемикач.

28. Електричне коло зібране з батарейки від кишенькового ліхтарика, резистора з відомим опором і послідовно увімкненого вольтметра з невідомим внутрішнім опором R_x . Послідовно і паралельно до резистора вмикають перемикачі K_1 і K_2 . Визначити внутрішній опір вольтметра R_x .

29. Знаючи опір шкільного вольтметра і скориставшись електричним колом, в якому до клем батарейки підімкнено два металеві стержні та послідовно з ними вольтметр, визначити електричний опір ділянки людського тіла від руки до руки. В коло увімкнено два перемикачі — K_1 паралельно стержням, а K_2 — послідовно зі стержнями.

30. Три опори з'єднано зіркою. Визначити значення цих опорів, якщо вимірні прилади не можна підмикати до точки з'єднання всіх трьох опорів.

31. У непрозорих і наглухо закритих ящиках містяться по три резистори опорами 1, 1 і 2 Ом. Визначити схеми їх з'єднання, якщо із ящика виведено лише три клеми, а в розпорядженні є джерело струму й амперметр.

32. На кожній з двох однакових панелей є клеми для підмикання двох лампочок (220 В; 25 Вт) і джерела струму. Коло закрите. Як, маючи джерело струму, амперметр і вольтметр, визначити схеми кіл?

33. На панелі зібрано закрите коло. Видно лише лампи L_1 на 500 Вт, L_2 на 100 Вт і вимикач. Коли вимикач перебуває в положенні "вимкнено", горить лампа 100 Вт, коли він увімкнений, горить лампа на 500 Вт. Пояснити ефект. Яка схема задовольняє умову даної задачі?

34. В одній закритій коробці міститься електрична лампа від кишенькового ліхтарика, в другій — резистор. Визначити, в якій коробці міститься лампа.

Обладнання. Джерело струму, дві коробки з виводами, реостат, міліамперметр, два мілівольтметри, з'єднувальні провідники.

35. У чорному ящику міститься найпростіша електрична схема. Дізнатися, що це за схема, скориставшись вольтметром із межею вимірювань до 6 В і батарейкою для кишенькового ліхтарика.

ВІДПОВІДІ ТА РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ ТЕОРЕТИЧНОГО ТУРУ

1. $v_1 = 3$ м/с, $v_2 = 2$ м/с, $t_1 \approx 33,3$ хв; $d_1 = 6$ км; $t_2 = 2$ год 47 хв; $d_2 = 30$ км. 2. $v_0 = 2,3$ км/год; $v_1 = 15,8$ км/год. 3. Човни зустрічаються через час $t = \frac{s}{v_1 + v_2}$.

Стільки ж часу літає альбатрос і пролітає відстань $l = vt = \frac{sv}{v_1 + v_2}$. 4. Друга

станція за годину прийме $n = \frac{(v+v_1)t}{v_1 \Delta t} = 6$ штук контейнерів. 5. $v_c =$

$= \frac{2v_1 v_3}{2v_3 + v_1 - v_2}$. 6. $v_c = \frac{12v_1 v_2}{5(v_1 + v_2)} = 72$ км/год. 7. $v \approx 46,4$ км/год. 8. $v_c =$

$= 40$ км/год. 9. $v_c = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$. У другому випадку середня швидкість туристів

більша. 10. $v_c = 48$ км/год. 11. $v_c = 45$ км/год. 12. $v_1 = 4$ км/год; $v_2 = 64$ км/год; $v_3 = 36$ км/год. 13. Нехай людина зачерпує воду в точці O . Побудуємо точку A_1 , симетричну точці A відносно лінії берега. Найкоротшим шлях буде тоді, коли прямі AO та OB утворюють однакові кути з берегом. Ця відстань $A_1B =$

$= \sqrt{DC^2 + (BC + AD)^2} = 50$ м. Тоді мінімальний час $t = \frac{A_1B}{v} + \tau = 15$ с.

14. Повний час руху велосипедиста від початку обгону до зустрічі

$t = \frac{2l}{v_1 + v_2} = 15$ хв. 15. Згідно з умовою задачі $\frac{s-27}{v_1} = \frac{s}{10v_1}$, звідки $s = 30$ км.

16. У системі відліку, зв'язаній з течією річки, катер віддаляється від круга 30 хв. і стільки ж часу рухається назад. За годину течія зносить круг на 5 км,

отже, швидкість течії $v = 5$ км/год. 17. $t = \frac{2t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 5$ хв 50 с. 18. $x = 10$ км.

19. $t = (v - u)t = t_0 \frac{v - u}{v + u}$. 20. Човен швидше здійснить поїздку каналом.

21. Турист не зекономив час. 22. Якщо $v_1 \neq v_2$, то перший пішохід прийде у B раніше. 23. У тиху погоду велосипедист проїде маршрут швидше. 24. Повний час

$x = \frac{l}{u-v} + \frac{l}{u+v} = \frac{2lu}{u^2 - v^2}$. 25. Час пробігу першого хлопця вздовж

усього спуску дорівнює $\frac{l}{v+u}$, а пройдена відстань $\frac{ul}{v+u}$. Час пробігу дру-

гого хлопця $\frac{l}{v+nu}$, а пройдена ним відстань $\frac{nul}{v+nu}$. Число сходинок, нара-

хованих у першому й другому випадках, відповідно дорівнює $k_1 = \frac{ul}{v+u} \frac{N}{l}$ і

$k_2 = \frac{nul}{v+nu} \frac{N}{l}$. З цих рівнянь знаходимо $v = u \frac{k_2 - k_1}{nk_1 - k_2} n$;

$N = k_1 \left(1 + \frac{v}{u}\right) = \frac{k_1 k_2 (n-1)}{nk_1 - k_2}$. 26. $t_3 = \frac{2t_1 t_2}{t_2 - t_1} = 2,7$ хв. 27. Якщо вода відносно

стерня не рухається, то вона не тисне на нього, і керувати човном у цьому випадку не можна. 28. $v_1 = v \frac{t_1 - t_2}{t_2} = 45$ км/год. 29. Торпеди влучать у кора-

бель, якщо час їх руху до точок C і D $t_1 = \frac{AC}{v_1}$ і $t_2 = \frac{AD}{v_2}$ дорівнює часові

руху корабля до цих самих точок $t'_1 = \frac{BC}{v_k}$ і $t'_2 = \frac{BD}{v_k}$. Вимірюють відстані й

швидкості та порівнюють час руху. 30. Середня густина куба дорівнює від-

ношенню його маси $M = 3nV\rho_1 + 4nV\rho_2 + 2nV\rho_3 + nV\rho_4$ до об'єму $10nV$.

$\rho = \frac{M}{10nV} = 0,1(3\rho_1 + 4\rho_2 + 2\rho_3 + \rho_4) = 570$ кг/м³. 31. При $F < F_{\min}$ балка пере-

вернеться, а при $F > F_{\max}$ правий край балки підніматиметься. Запишемо пра-

вилу моментів сил для цих випадків. $F_{\min}(L-l) = m\left(\frac{L}{2}-l\right)g$ і $F_{\max}L = mLg \frac{1}{2}$

Звідси $\frac{F_{\max}}{F_{\min}} = \frac{L-l}{L-2l}$. 32. Сила тиску на ролик B дорівнює $R_B = (m+M)g +$

$+R_A$. Для зменшення R_B слід зменшувати силу R_A (гранично – до 0), а балку

розмістити так, щоб при $R_A = 0$ вона перебувала у рівновазі (рис. 91). Тоді

$F_0 = (m+M)g$, звідки $M = \frac{F_0}{g} - m$.

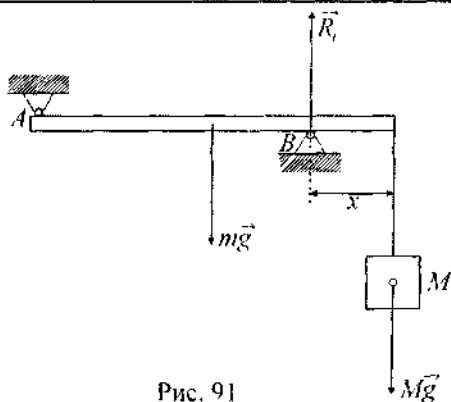


Рис. 91

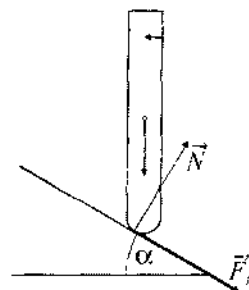


Рис. 92

Розміщення балки визначимо з правила моментів сил: $Mgx = mg(\frac{1}{2}L - x)$,

звідки $x = \frac{1}{2}L \frac{m}{m+M}$. Обмеження на l є неістотним. 33. На рис. 92 вказані

сили, які діють на запірний стержень. Силу N можна зробити як завгодно великою, тому умовою прощтовхування буде: $N \cos \alpha > F \sin \alpha$ або $\mu < \operatorname{ctg} \alpha$.

34. При шарнірному закріпленні сила, з якою стержень діє на шарнір, спрямована вздовж стержня. Сума сил, які діють на шарнір C , у проекції на напрям, перпендикулярний до AC , дорівнює нулю. Тоді $F_{CD} = \frac{mg}{\sqrt{3}}$. Проекція

невідомої сили F на напрям, перпендикулярний до стержня BD , дорівнює проекції сили F_{CD} , або $F_{(D)} \frac{\sqrt{3}}{2}$. Це дорівнює мінімальному значенню цієї

сили, тобто $F_{\min} = \frac{1}{2}mg$, а оптимальний напрям, при якому такої сили

достатньо для рівноваги.— перпендикулярний до BD . 35. Сила натягу провoda $F = 4mg$. Така сама сила діє на стовп у верхній точці. Запишемо

умову рівноваги стовпа: $F_A \cdot AB = F \cdot H$, звідки $F_A = F \cdot \frac{H}{AB}$. Правило моментів

відносно точки B запишеться: $F_B \cdot AB = F \cdot (H + AB)$, звідки $F_B = F(1 + \frac{H}{AB})$.

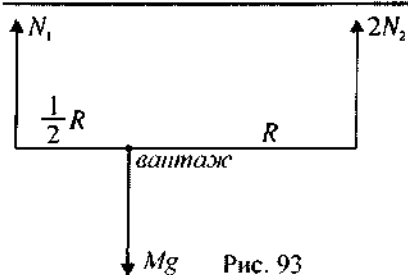


Рис. 93

36. Маляр має тягти мотузку із силою $\frac{1}{4}(m + M)g = 220,5$ Н. Максимальна маса платформи $3M = 180$ кг. 37. Якщо тиск повітря в шинах зменшити, то площа зіткнення шин із піском збільшиться. Тиск на пісок при цьому зменшиться, отже, зменшиться глибина сліду. 38. Запишемо умови рівноваги

вантажу (рис. 93): $N_1 + 2N_2 = Mg$ і $N_1 \frac{1}{2}R = 2N_2 R \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right)$. З цих рівнянь

$N_1 = \frac{2}{3}Mg$ і $N_2 = \frac{1}{6}Mg$. 39. Після танення льоду рівень води в калориметрі

не зміниться. Верхня частина кубика буде занурена на глибину $x_1 = \frac{1}{2}d \cdot \frac{\rho_n}{\rho_v} = \frac{1}{4}d$. Відстань до дна зміниться на $\Delta h = x_1 - x_2 = \frac{1}{4}d -$

$-\frac{1}{2}d \left(\frac{\rho_n}{\rho_v} + \frac{\rho_n}{\rho_v} - 1 \right) = \frac{1}{2}d \left(\frac{3}{2} - \frac{\rho_n + \rho_n}{\rho_v} \right) = 0,4$ см. 40. Із рівності моментів сил,

які діють на плечі терезів у повітрі та вакуумі $(m_1g - \rho_0gV_1)l_1 = (m_2g - \rho_0gV_2)l_2$

і $m_1gl_2 = m_2gl_1$, дістанемо $\frac{l_2}{l_1} = \sqrt{\frac{1 - \frac{\rho_0}{\rho_1}}{1 - \frac{\rho_0}{\rho_2}}}$. Тоді $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_c} = \frac{l_2 - l_1}{\frac{1}{2}(l_2 + l_1)} = \frac{2\gamma - 2}{\gamma + 1}$. Ос-

таточно $\varepsilon = \frac{\rho_0(\rho_1 - \rho_2)}{2\rho_1\rho_2} \approx 1,8 \cdot 10^{-4} = 0,018\%$. 41. Рівень води в посудині зни-

зиться. 42. Рівні води зміняться однаково. 43. Запишемо умову рівноваги верхньої і нижньої половин тіла у рідині: $\rho_1gV + F - (\rho gV - \rho gHS) = 0$ і $\rho_2gV - F - (\rho gV + \rho gHS) = 0$, де F - сила взаємодії половинок. Звідси, з одного боку $\rho = \frac{1}{2}(\rho_1 + \rho_2)$, а з іншого $F = \frac{(\rho_2 - \rho_1)gV}{2} - \rho gHS$. Оскільки $F \leq F_0$,

для глибини занурення H дістанемо $H \leq \frac{(\rho_2 - \rho_1)V}{(\rho_2 + \rho_1)S} - \frac{2F_0}{(\rho_2 + \rho_1)gS}$.

44. Вода переливатиметься з лівої посудини в праву. 45. Тиск води стане меншим, тому її рівень понизиться. 46. Сила тяжіння прикладена до центра мас поліна приблизно на його середині, а виштовхувальна сила — в центрі витісненого об'єму води. Варто поліну знаходитися, як ці дві сили утворюють пару (рис. 94) і виводять поліно зі стану нестійкої рівноваги.

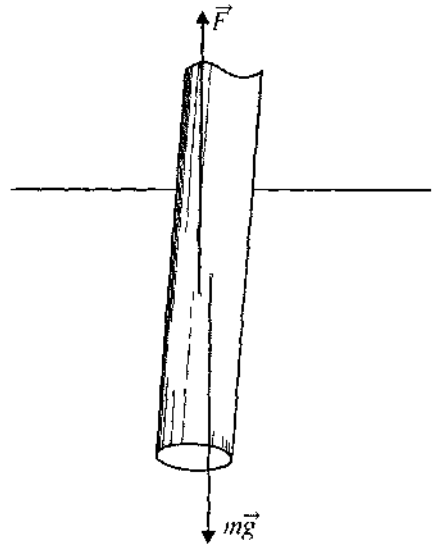


Рис. 94

47. Тиск води на четвертому поверсі $p_1 = 3,53 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$. Сила тиску в перерізі отвору $f = 17,65 \text{ Н}$. 48. Якби шланг був дуже тонкий, то не було б жодних перешкод для виливання води з другого його кінця. Однак шланг має досить велику площу поперечного перерізу. Тому вода,

переливаючись зі спіралі в спіраль, залишає у верхній частині кожної спіралі стовпчик повітря. Заповнення водою спіралей шланга показано схематично на рис. 95. Рисунок зображує стан рівноваги. Очевидно, що різниця рівня води в лійці відносно верхньої частини спіралі шланга дорівнює сумі рівнів води в наступних спіралях. Неважко зрозуміти, що навіть при врахуванні стискуваності повітря ($\Delta h_2 < \Delta h_1$, $\Delta h_3 < \Delta h_2$, $\Delta h_4 < \Delta h_3$ тощо) ця сума швидко зростає. Тому для заповнення довгого шланга до кінця, щоб вода змогла з нього вигікати, кінець шланга з лійкою слід підняти значно вище, ніж це показано на рисунку 49. $D \geq 121 \text{ м}$. 50. Терези залишаються в рівновазі. 51. Рівень води в посудинах підніметься на

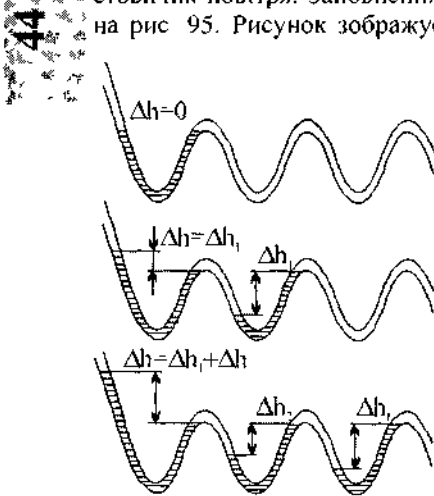


Рис. 95

$\Delta h = \frac{4M}{\pi \rho (D_1^2 + D_2^2)}$. 52. Товщина шару гасу вдвічі більша. Тоді $p = \rho gh + 0,8\rho g 2h = 2,6\rho gh = 2548 \text{ Н/м}^2$. 53. $m = \rho_v h S_1 = 3 \text{ кг}$.

54. $m = M \frac{(\rho_a - \rho_1)\rho_2}{(\rho_2 - \rho_a)\rho_1} \approx 95 \text{ г.}$ 55. Рівень води після танення льоду не

зміниться 56. $m_r = \frac{\rho_a(\rho_b V - m)}{\rho_a - \rho_b} \approx 0,63 \text{ кг}$ 57. З умов плавання човна до і

після наклеювання пінопласту: $mg = \rho_a g S(H - h)$ і $mg + \rho g l S = \rho_a g S(H - h_1 + l)$
дістанемо $h_1 = h + l \left(1 - \frac{\rho}{\rho_a}\right) = 23 \text{ см}$ 58. $x = d \frac{\rho - \rho_a}{\rho_b} = 1,8 \text{ см.}$ 59. $h_1 = h \frac{\rho_b}{\rho_a} =$

$= 1 \text{ см.}$ 60. Можна визначити висоту будівель, яка перевищує 5 м. 61. Зміна тиску стовпчика ртуті при опусканні в шахту дорівнює зміні тиску стовпа повітря при цьому, тобто $\rho_p g \Delta h = \rho_n g H$, звідки $H = \frac{\rho_p}{\rho_n} \Delta h \approx 1050 \text{ м}$ 62. $x =$

$= h \frac{\rho_n}{3\rho_b} = 3 \text{ см.}$ 63. При постійній швидкості опускання кулі $Mg = F_a + F_1$.

Нехай з кулі викинули баласт масою ΔM , тоді $(M - \Delta M)g + F_2 = F_a$. Оскільки в обох випадках швидкості руху кулі однакові, то однакові і сили опору повітря: $F_1 = F_2$. Тоді $Mg - F_a = F_a - (M - \Delta M)g$, звідки $\Delta M = 2M - 2 \frac{F_a}{g} =$

$= 40 \text{ кг}$ 64. $\rho_x = \rho_0 \frac{m}{m - m_1}$ 65. $x = \frac{m_2(\rho_4 - \rho_b) - m_1(\rho_4 - \rho_r)}{\rho_r - \rho_b} = 10,7 \text{ г.}$ 66.

Умова рівноваги терезів у повітрі запишеться $m_a g - m_a g \frac{\rho}{\rho_1} = m_b g - m_b g \frac{\rho}{\rho_2}$,

де m_a і m_b – маси гир, виміряних у вакуумі. Звідси $\frac{m_a - m_b}{m_b} = \frac{\rho(\rho_2 - \rho_1)}{\rho_2(\rho_1 - \rho)}$.

Порушення рівноваги можна помітити за умови $m_a - m_b \geq m_0$. Тоді $m_b = m_0 \frac{\rho_2(\rho_1 - \rho)}{\rho(\rho_2 - \rho_1)} \approx 3,1 \text{ г.}$ 67. На баржу можна навантажити ще 30 т. 68. Тиск на

дно посудини $p = \frac{3\rho_1\rho_2\rho_3gh}{\rho_1\rho_2 + \rho_1\rho_3 + \rho_2\rho_3}$. 69. Глибина занурення платформи

зросте на $h = \frac{V}{S} = 4 \text{ см.}$ 70. $F = \rho g(V - hS) - p_{\text{атм}}S \approx -9 \cdot 10^4 \text{ Н.}$ 71. $x =$

$$= \frac{\rho_0(\rho_1 - \rho_2)}{2\rho_2(\rho_1 - \rho_0)} l \approx 3,1 \text{ см, де } \rho_0 - \text{ густина води. 72. } m_x = \frac{1}{4} \pi R^3 \rho. 73. \Delta h =$$

$$= \frac{F}{\rho_n g S} = 0,1 \text{ м. 74. Загальний рівень рідини (вода + олія) після танення}$$

льоду понизиться; рівень, на якому міститься межа розділу олії й води, підвищиться (рис. 96). 75. Рисунок виконано правильно, оскільки на нижньому рівні олії тиск в обох посудинах однаковий. 76. Якщо лід плаває, то від його танення рівень води у склянці не змінюється. Розплавимо у думці весь лід і знайдемо шукану висоту рівня води з рівності $\rho_n h S = \rho_n H S$; $H =$

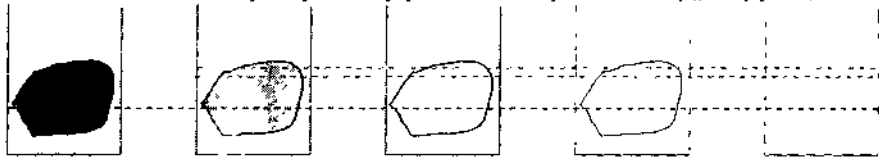


Рис. 96

$$= \rho_n \frac{\rho_n}{\rho_n} = 0,54h. 77. K = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{5}{4}. 78. m_1 = \frac{\rho_1(M - \rho_2 h S)}{\rho_1 - \rho_2} \approx 60,3 \text{ г. 79. } \Delta h =$$

$$= \frac{m \Delta \rho}{\rho(\rho - \Delta \rho) S} \approx \frac{m \Delta \rho}{\rho^2 S} = 2 \text{ мм. 80. } V_n \geq V \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_3} \right). 81. m_{\max} = (\rho - \rho_n) l S = 70 \text{ кг.}$$

$$82. d = \sqrt{\frac{4m(\rho_2 - \rho_1)}{\pi \rho_1 \rho_2}} = 0,8 \text{ м. 83. } A = \frac{g S h^2 (\rho_n - \rho_n)^2}{2 \rho_n} = 8,82 \text{ Дж. 84. } t =$$

$$= \frac{\rho V g H}{N} = 22 \text{ хв } 52 \text{ с. 85. Мінімальна робота по підйманню води } A =$$

$= 0,1 m g H = 98 \text{ Дж. 86. Якщо посудину перевертати дуже повільно, то виконувана робота в цьому випадку буде мінімальною і дорівнюватиме}$

$\text{збільшенню потенціальної енергії води: } A = \frac{\rho g c^2}{4} (a - b)(a + b - 2c). 87. v =$

$$= \frac{(P_1 + P_2) v_1 v_2}{P_1 v_2 + P_2 v_1}. 88. При спусканні з гірки потенціальна енергія тіла mgh вит-$$

$\text{рачається на виконання роботи по подоланню сили тертя. Витягаючи тіло тим самим шляхом на гірку, виконуємо таку саму роботу по подоланню тертя і, крім того, надаємо тілу ще й потенціальну енергію } mgh. \text{ Таким чином, робота по витяганню дорівнюватиме } 2mgh. 89. Задачу зручно розв'язувати за}$

допомогою графіка. Сила, яка розтягує пружину, $F = kx$ (рис. 97). Робота в першому випадку чисельно дорівнює площі незаштрихованого трикутника, а в другому — заштрихованої трапеції: $A_1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$; $A_2 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$; тобто $A_2 > A_1$.

90. $\rho_x = \frac{4\rho_0 - \rho}{3} = 430 \text{ кг/м}^3$. 91. За рахунок роботи, виконаної хлопчиком, і

кінетичної енергії, втраченої м'ячем, зросла кінетична енергія вагона.

92. $A = \mu \frac{mg}{2l} (l - l_1)^2 \approx 0,8 \text{ Дж}$. 93. Земля

рухається навколо Сонця не коловою орбітою, а дещо витягнутою. При цьому влітку Земля перебуває на більшій відстані від Сонця, ніж взимку. Якщо взимку кінетична енергія Землі дещо збільшується, то на стільки ж зменшується її потенціальна енергія. Влітку має місце зворотнє явище. Сума ж кінетичної і потенціальної енергії

Землі в будь-якій точці її орбіти залишається величиною сталою відповідно до закону збереження енергії. 94. Під час руху візка на стержень AB діють його сила тяжіння mg , реакція R і сила тертя F (рис. 98). Оскільки стержень залишається в спокої, то сума моментів цих сил відносно точки A дорівнює нулю:

$$mg \frac{1}{2} AB \sin 45^\circ - R \cdot AB \sin 45^\circ - F \cdot AB \cos 45^\circ = 0.$$

Підставляючи в цю рівність $F = 0,3R$, маємо:

$$R = \frac{1}{2} mg \frac{\sin 45^\circ}{\sin 45^\circ + 0,3 \cos 45^\circ} \approx \frac{1}{2} mg \frac{1}{1,3}.$$

А оскільки сила N , згідно з умовою задачі, очевидно, дорівнює $\frac{1}{2} mg$, то останню рівність можна записати у

вигляді $R \approx \frac{N}{1,3}$. Отже, сила тертя стержня по рухомому візку $F = 0,3R \approx$

$\approx 0,231N$. Вона менша за $0,25N$, тому сила, яка дорівнює $0,25N$, достатня для приведення візка в рух. 95. $A = \frac{1}{6} \rho g S h^2 \approx 1,6 \cdot 10^5 \text{ Дж}$. 96. Коли кулька

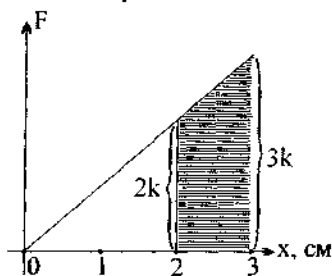


Рис. 97

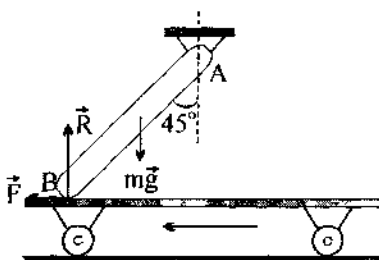


Рис. 98

опуститься вниз, рівний об'єм води на таку саму висоту підніметься вгору. Отже, $Q = ghV(\rho_c - \rho_b) \approx 1,2 \cdot 10^{-2}$ Дж. **97.** З умови задачі зрозуміло, що тепло-віддача при досягнутій температурі становить саме 100 Вт, тоді час охолодження

$\tau = \frac{cm\Delta t}{N} \approx 42$ с. Умова підказує, що вода в каструлі гаряча, і зміна

температури на один градус не змінює умов теплообміну. **98.** Шматок льоду спочатку опуститься на дно посудини, а при намерзанні льоду кулька почне

підніматися. **99.** $t = t_1 \frac{\lambda}{c(t_2 - t_1)} \approx 60$ хв. **100.** За нормальних умов на плавлення

льоду витрачається енергія $E_2 = -\rho_n g S \frac{H^2}{2} \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_b}\right) - \rho S H \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_b}\right) + E_1$.

В умовах невагомості й за відсутності атмосферного тиску для плавлення

льоду буде витрачено нагрівником енергії на $\rho_n g S \frac{H^2}{2} \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_b}\right) +$

$+\rho S H \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_b}\right)$ більше. **101.** Температура калориметра зросте ще на 11°C .

102. $m = \frac{P\tau_1}{c(t_2 - t_1 + 2\Delta t)} \approx 2$ кг. **103.** $r = \frac{\lambda_1 m_1 (t_1 - t)}{\rho V (t_1 - t_0) \tau_1} \approx 1,92 \cdot 10^5$ Дж/кг. **104.**

$\frac{m_1}{m} = \frac{r}{r + \lambda}$. **105.** $m_1 = \frac{cm(t_1 - t_k)}{r} \approx 1,6$ г. **106.** $t_x = \frac{-\lambda\Delta h - \frac{\rho_b \rho_n}{\rho_b - \rho_l} - c_b h \rho_b t_1}{c_n h \rho_n} =$

$-\frac{\lambda}{c_n} \frac{\Delta h}{h} \frac{\rho_n}{\rho_b - \rho_n} - \frac{c_b \rho_b}{c_n \rho_n} t_1 \approx -54^\circ\text{C}$. **107.** $h = \frac{\frac{4}{3} \rho_1 c R t_1 - \frac{2}{3} \rho_2 \lambda R}{\lambda \rho_2}$ **108.** $\tau_2 =$

$\tau_1 \frac{\lambda}{c(t_2 - t_1)} \approx 81$ хв. **109.** $m_1 = \frac{Q}{\lambda} \approx 1,2$ кг **110.** $m_1 = \frac{cm_1(t_2 - \theta) - cM(\theta - 0)}{\lambda} \approx$

≈ 500 г. **111.** $\lambda = c(t_2 - t_1) \frac{\tau_2}{\tau_1} \approx 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. **112.** $C_k = \frac{Q(c_b + \lambda + c_l) - 2c_n Q_l}{2(\lambda + c_b - c_l)} \approx$

$\approx 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$ (значення температур підставлені) **113.** $t_x = \frac{2ct - \lambda}{4c} \approx 5^\circ\text{C}$ **114.**

$H = (p_1 - p_2)h = 648$ м. Температура кипіння води буде 98°C . **115.** Щоб кулька почала тонути, достатньо, щоб середня густина льоду з кулькою стала

рівною густині води. Необхідна кількість теплоти $Q = \lambda(M - 7,8m) \approx 2,8 \cdot 10^4 \text{ Дж}$. **116.** $t_2 = \frac{v_1}{v_2} (t_1 - t_0) + t_0$. **117.** $Q \approx 0,5(q_1 + q_2) \approx 3,6 \cdot 10^7 \text{ Дж}$, якщо

брати $\rho_1 = \rho_2$. **118.** $Q = 0,6q_1 + 0,3q_2 + 0,1q_3 \approx 1,32 \cdot 10^7 \text{ Дж}$. **119.**

$\frac{V_2}{V_6} = \frac{\rho_2(q_2 - q)}{\rho_1(q - q_1)} \approx 0,28$, тобто об'єм спирту має становити 0,28 об'єму суміші,

а бензину — 0,72. **120.** У другому випадку джерело має передати більшу кількість теплоти, оскільки більша кількість теплоти буде передана навколишньому повітрю. **121.** Дно і нижні частини кавника мають вищу температуру, ніж кипляча рідина. Тому передача теплоти продовжується і після зняття кавника з плити. **122.** $n = \frac{m}{m_k} \frac{\Delta t_1}{\tau(t_2 - t_1)}$; $n \approx 200$ крапель/хв; $\Delta t = 0,4^\circ \text{ C}$

123. Теплова рівновага товстого стержня настає при значно нижчій температурі, ніж тонкої дробини. **124.** Плаваючи, свічка згорить повністю. **125.** До стінки. Цегляна стінка має погану теплопровідність і сильно нагрівається в тому місці, де приклеєна свічка. **126.** Вода буде одночасно кипіти й замерзати.

127. Кут α не зміниться. **128.** Вода дуже мало стискується. В результаті в ній створюється дуже великий тиск, який передається стінкам посудини.

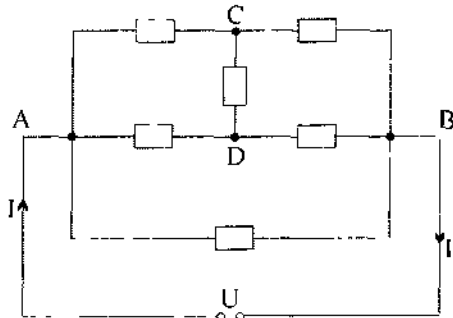


Рис 99

129. $U_1 = U_2 \frac{R_2}{R_2 + R_1}$. **130.** $q = \rho \frac{ghV}{\eta U} \approx 11 \cdot 10^5$ Кл. **131.** Еквівалентна схема показана на рис 99. По ребру CD струм не йде. Голі

$R_{\text{вн}} = \frac{1}{2} R = \frac{1}{2} \rho \frac{l}{S} = 3 \cdot 10^{-4}$ Ом.

132. $P_1 = \frac{P_1 P_2^2}{(P_1 + P_2)^2} \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2$

$P_2 = \frac{P_1^2 P_2 U_2^2}{(P_1 + P_2)^2 U_1^2}$. **133.** $R_1 = R_2 = 18$ Ом. **134.** Лампочки по 50 Вт

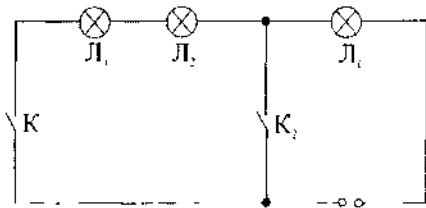


Рис 100

слід з'єднати паралельно і підімкнути послідовно лампу потужністю 100 Вт. 135. Схему вмикання ламп показано на рис. 100. При замкнутому перемикачі K_1 і розімкнутому перемикачі K_2 всі лампи увімкнуті послідовно і горять з неповним розжаренням. При одночасному замиканні обох перемикачів лампа L_1 увімкнута в мережу, а лампи L_2 і L_3 увімкнуті паралельно ділянці кола з дуже малим опором, напруга на них мала, і лампи не горять. При замиканні одного перемикача K_2 у мережу вмикається лише лампа L_1 . 136. Оскільки амперметр A_2 ідеальний, його опір можна вважати рівним нулю, а точки a та b при розрахунку опорів вважати з'єднаними одна з одною накоротко. Нехай $R_1 = 1$ Ом. Простим перебиранням переконаємось, що $R_2 = 4$ Ом, а для опорів R_3 і R_4 можливі два варіанти: $R_3 = 2$ Ом; $R_4 = 3$ Ом або $R_3 = 3$ Ом; $R_4 = 2$ Ом. Відповідно можливі два значення для сили струму, який проходить через амперметр A_2 : $I_5 = 1$ А і $I_5 = 2$ А. 137. $R_A = \frac{U_1}{I_1} = 333$ Ом;

$$R_B = \frac{U_1}{I_2 - I_1} = 1000 \text{ Ом}; U_2 = U_1 + I_2(R_A + R_B) = 1,58 \text{ В. 138. } U_2 = 3 \text{ В}; U_4 = 1 \text{ В.}$$

139. Найбільша кількість теплоти виділяється на R_2 . 140. Потужність зросте в $\frac{P_2}{P_1} = \frac{4}{3}$ рази. 141. До перегорання кожна плитка споживала потужність

$$P = \frac{U^2}{4R}. \text{ Після перегорання споживаються потужності } P_1 = \frac{4U^2}{9R}, P_2 = \\ = P_4 = \frac{U^2}{9R}. 142. I_2 = \frac{8}{9} I_1 = 0,4 \text{ А. 143. } I_{AB} = \frac{U(R_2 R_3 - R_1 R_4)}{R_1 R_3 (R_2 + R_4) + R_2 R_4 (R_1 + R_3)}.$$

$$144. P_1 = P_0 \frac{U^2}{U_0^2} \approx 200 \text{ Вт. 145. } R_3 = R \frac{a(t-a)}{l^2}. 146. R_1 = R_2 = 10 \text{ Ом}; R_3 =$$

$= 2R_1 = 20$ Ом. 147. При $R_1 \approx 21$ Ом і $R_2 \approx 0,05$ Ом на нагрівному елементі виділятиметься потужність 2,1 кВт, але при 0,05 Ом на підвідних проводах

виділятиметься потужність у $\frac{l^2 r}{l^2 R} = 20$ разів більша, ніж на нагрівному

елементі. Зрозуміло, що це неприпустимо. Отже, слід взяти опір нагрівного

$$\text{елемента } R = 21 \text{ Ом. 148. } P = P_1 + P_2 + \frac{P_0 P_1 P_2}{P_1 P_2 - P_0 (P_1 + P_2)}. 149. \text{ З дротяного}$$

куба слід викинути одне з ребер 1, 2, 3, 4, 5 і 6. 150.

$$P_1 = P_1 \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2 \left(\frac{P_2}{P_1 + P_2} \right)^2 \approx 980 \text{ Вт} \quad \text{і} \quad P_2' = P_2 \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2 \left(\frac{P_1}{P_1 + P_2} \right)^2 \approx 735 \text{ Вт.} \quad \mathbf{151.}$$

Вольтметр 3 показує завжди 0. Якщо 10 В показує вольтметр 5, то решта (1, 2, 4, 6) вольтметрів показують по 5 В кожен. Якщо ж 10 В показує один із (1, 2, 4, 6) вольтметрів, то вольтметр 5 показує 20 В. **152.** $R = \frac{\rho l}{8S}$. **153.** $r_1 =$

$= 45 \text{ Ом}$ і $r_1' = 5 \text{ Ом}$. **154.** Нагрівники потужністю по 500 Вт слід з'єднати паралельно і підімкнути послідовно до них нагрівник потужністю 1000 Вт.

155. Позначимо опір нижньої частини реостата R через x , де $x = \frac{U_1}{U_2 - U_1} r =$

$= 200 \text{ Ом}$. **156.** $I_A = \frac{4}{15} \text{ А}$. **157.** $U \approx \frac{2P(1+K)}{I} \approx 33 \text{ В}$ (тут $K = 0,1$). **158.** Див.

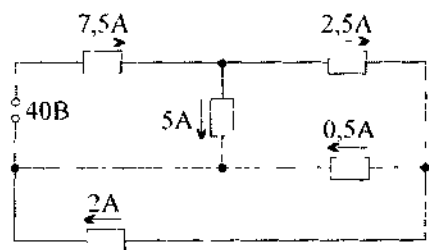


Рис. 101

рис. 101. **159.** На рис. 102 і 103 показано еквівалентні схеми кола при замкнутому й розімкнутому перемикачах. Опір ділянок BC і AC : $R_{BC} =$

$$= \frac{RR_3}{R+R_3}, \quad R_{AC} = R_2 + R_{BC}.$$

Напряга на лампочці при замкнутому перемикачі

$$U_n = \frac{U}{R_{AC}} R_{BC} = \frac{18R}{R+60}.$$

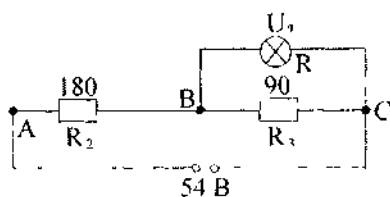


Рис. 102

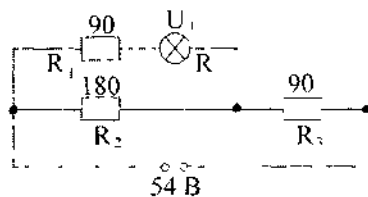


Рис. 103

підрахунок при розімкнутому перемикачі дає $U_n = \frac{36R}{R+150}$. З цих рівнянь

$U_n = 6 \text{ В}$. **160.** Лампочка L_2 гасне, коли міст практично зрівноважений. Оскільки до цього вона горіла, то опір ламп L_1 і L_3 менший за R . Таким чином, спочатку струм іде через три лампи. А оскільки лампа L_2 загоряється першою, її початковий опір має бути найбільшим. **161.** $I_1 =$

$$= I_1 \frac{R_1 R_5}{R_3 R_4 + R_3 R_5 + R_4 R_5} = 0,2 \text{ A. } \mathbf{162.} \quad I_1 = I_2 = \frac{UR_2}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} = \frac{1}{11} \text{ A. } \mathbf{163.}$$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{9}$. **164.** Споживана плиткою потужність зменшиться в

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{3(2r+R)^2}{2(3r+R)^2} \approx 1,488$ разів. Отже, час нагрівання збільшиться

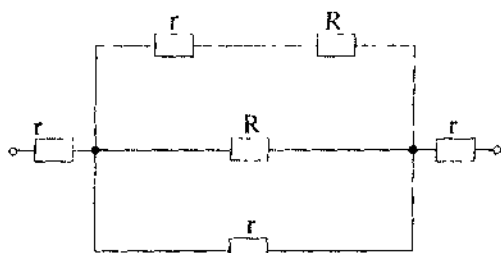


Рис. 104

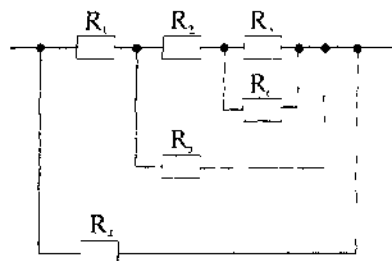


Рис. 105

приблизно в 1,5 рази. **165.** $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\pm 3U_2 + 2U_1}{U_1 \mp 3U_2} = 5$ або 1.

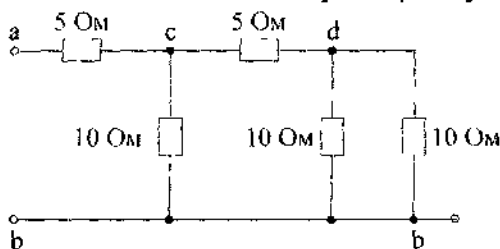


Рис. 106, а

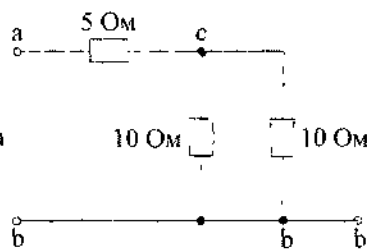


Рис. 106, б

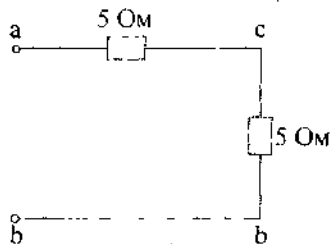


Рис. 106, в

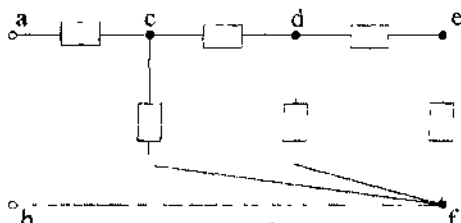


Рис. 107

166. $m = \frac{4I^2 \rho l \tau}{\pi c(t_2 - t_1)(D^2 - d^2)} \approx 630 \text{ кг}$. 167. Освітленість сцени дещо зросла, але

при цьому лампи горять з надмірним розжаренням. 168. Схему з'єднання резисторів замінимо еквівалентною (рис. 104) і дістанемо $R_x =$

$$= r \frac{2r^2 + 7rR + 3R^2}{r^2 + 3rR + R^2} = \frac{28}{11} \text{ Ом. } 169. R_{1B} = \frac{89}{55} R = 89 \text{ Ом. } 170. \text{ Схему зручно}$$

замінити еквівалентною їй (рис. 105), опір якої легко обчислити: $R = 0,5 \text{ Ом}$.

171. Перетворюючи схему так, як показано на рис. 106, знайдемо, що $U_{db} =$

$$= \frac{1}{2} U_{cb}, \text{ а } U_{cb} = \frac{1}{2} U_{ab}. \text{ Тому } U_{db} = \frac{1}{2} U_{db} = \frac{1}{4} U_{cb} = \frac{1}{8} U_{ab} = 20 \text{ В.}$$

172. Замінивши схему еквівалентною їй (рис. 107), дістанемо $U_{ef} = 1 \text{ В}$.

173. При розімкнених перемикачах на лампі L_2 напруга 2,5 В, а на решті — (2,5 / 3) В.

- 1) При замиканні перемикача K_1 лампа L_1 закорочується і не горить. Розжарення лампи L_2 не зміниться ($U = 2,5 \text{ В}$), а ламп L_3 і L_4 збільшиться до 1,25 В.
- 2) При замиканні перемикача K_2 лампи L_3 і L_4 замикаються накоротко і не горять. Напруга на лампах L_1 і L_2 — 2,5 В.
- 3) При замиканні перемикача K_3 накоротко замикаються L_1 і L_3 , а на лампах L_2 і L_4 напруга дорівнюватиме 2,5 В.
- 4) При замиканні перемикачів K_1 і K_2 усі лампи закорочуються.
- 5) При замиканні перемикачів K_2 і K_3 усі лампи будуть увімкнуті паралельно одна одній, і напруга на них — 2,5 В.
- 6) При замиканні всіх трьох перемикачів схема буде закороченою.

174. $R_1 = 15 \text{ Ом}$ і $R_3 = 20 \text{ Ом}$. 175. Шуканий опір є сумою опорів двох дуг, з'єднаних паралельно: $R_x = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, де $R_1 = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{r\varphi}{S}$ і $R_2 = \rho \frac{r(2\pi - \varphi)}{S}$. Тоді

$$R_x = \frac{\rho r \varphi}{2\pi S} (2\pi - \varphi). \text{ Графік } R_x(\varphi) \text{ показано на рис. 108. } 176. R_x = \frac{4}{5} r = 1,6 \text{ Ом.}$$

177. Покази амперметра A_2 (за умови нехтування внутрішнім опором джерела) не зміняться. 178. Повний опір кола зменшиться, тому амперметр покаже

зростання сили струму. 179. Знайдемо спочатку опір схеми для $N = 2, 3, 4$ (рис. 109). Потенціали точок 3 і 4 однакові, і тому резистор між точками 3 і 4

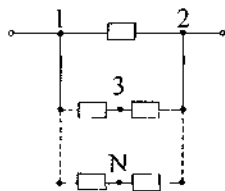
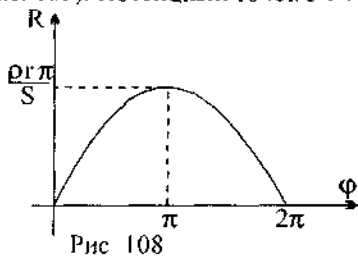


Рис. 110

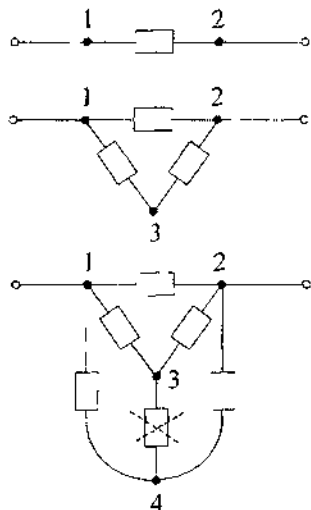


Рис. 109

не впливає на розподіл сил струму в решті частин схеми. Подібна ситуація спостерігається і при $N > 4$. Потенціали точок 3, 4, 5, ..., N однакові, а тому струм проходить лише через резистори, підімкнені безпосередньо до клем джерела. Схема буде еквівалентною зображеній на рис. 110. Опір цієї схеми

$$\frac{1}{R_N} = \frac{1}{R} + (N-2) \frac{1}{2R} = \frac{N}{2R}, \text{ звідки } R_N = \frac{2R}{N} \quad 180. \text{ Прості обчислення показу-}$$

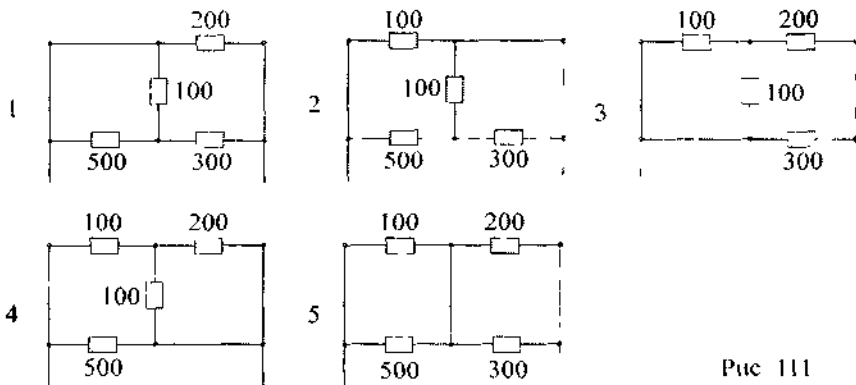


Рис 111

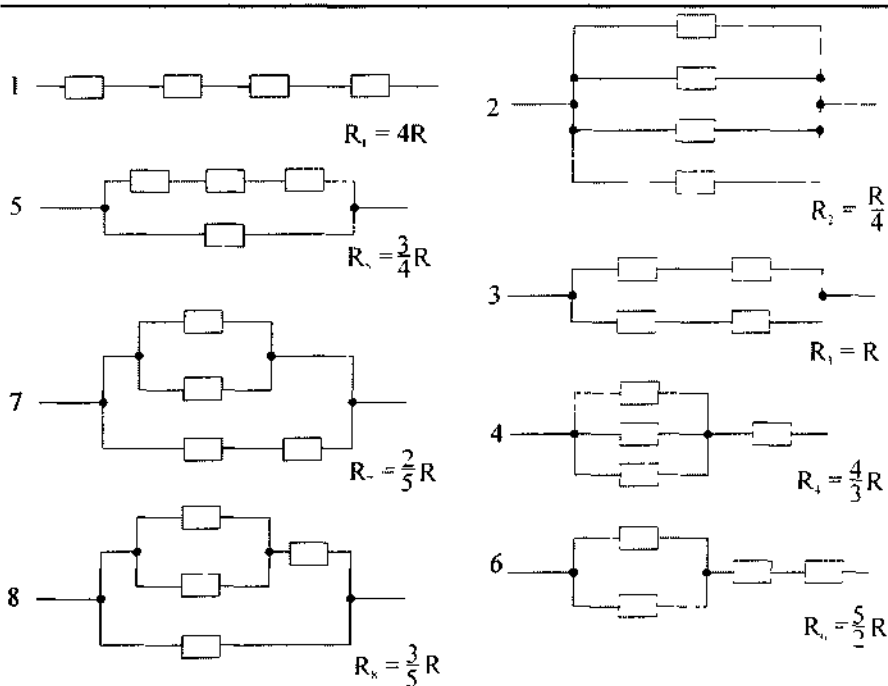


Рис. 112

ють, що в схемі 2 (рис. 111) загальний опір буде мінімальним, отже, слід замкнути резистор з опором 200 Ом. **181.** Шукана умова виконується при а) $r_2 =$

$= r_3$; б) $r_1 = r_4$. **182.** $r_{13} = \frac{r(R_1 - 9r)}{10r - R_1} = 0,5$ Ом. **183.** Зіпсованим вольтметром

користувався Грицько. **184.** Якщо $\frac{R_1}{R_r} < \frac{R_r}{R_R}$, то вигідніше користуватись

першою схемою, і навпаки. **185.** $R = \frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2 - U_1}{I_2} = 90$ Ом. **186.** $I_1 = 16$ А,

$I_2 = 10$ А і $I_3 = 14$ А. **187.** Споживана приладом потужність $P_1 =$

$= \frac{U^2 R_n R_2^2}{(R_1 R_2 + R_1 R_n + R_2 R_n)^2} \approx 9,1$ Вт. Повна потужність, споживана колом, $P_1 =$

$$= \frac{U^2(R_2 + R_n)}{R_1 R_2 + R_1 R_n + R_2 R_n} \cdot \text{ККД установки } \eta = \frac{R_n R_2^2}{(R_2 + R_n)(R_1 R_2 + R_1 R_n + R_2 R_n)} \approx$$

$$\approx 0,04 = 4\%. \quad 188. \frac{r}{r_1} = \frac{38}{62} \approx 0,6. \quad 189. 4R; \frac{1}{4}R; R; \frac{4}{3}R; \frac{3}{4}R; \frac{5}{2}R; \frac{2}{5}R$$

$\frac{3}{5}R$. Можливі схеми зображені на рис. 112. 190. Чотири резистори слід з'єднати за схемою, показаною на рис. 113.

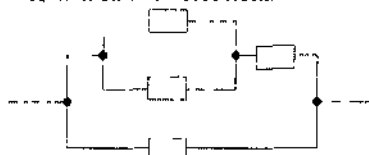


Рис. 113

191. $R_1 = r; R_2 = \frac{r(R-r)}{R} = r\left(1 - \frac{r}{R}\right); R_3 =$
 $= \frac{rR}{r+R} = \frac{R}{1 + \frac{r}{R}}$ (рис. 114). 192. $\eta_1 = 0,5;$

$\eta_2 = 0,5(2 - \sqrt{2}) \approx 0,3.$ 193. Напряга зміниться в $k = \frac{U_2}{U_1} = \frac{10}{9}$ разів. 194.

$$U_2 = -\frac{1}{2}U_3 + \sqrt{\frac{1}{4}U_3(5U_3 + 4U_1)} \approx 8,6 \text{ В.}$$

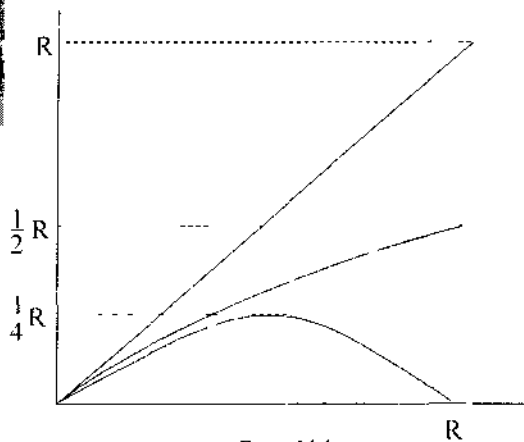


Рис 114

195. Поставити повзунок реостата R_1 посередині, потім встановити силу струму в колі за допомогою реостата R_2 і підправити її значення за допомогою реостата R_1 . 196. У лампочці L_1 . 197. При розімкненому вимикачеві горить лише лампа 15 Вт, при замиканні вимикача ця лампа закорочується і не горить 198. У першому випадку нитка розжарення лампочки L_2 починає плавитися раніше, ніж опір лампи L_1 зросте настільки,

щоб зменшити потужність, споживану лампочкою L_2 , і запобігти її перегорянню. У другому випадку лампочка L_2 вмикається в коло при великому опорі лампи L_1 і світить нормально 199. Схему вмикання лампочок показано на рис 115 Повний

опір $R = \frac{U^2}{6P} \approx 134$ Ом; повна сила струму $I = \frac{U}{R} \approx 1.64$ А.

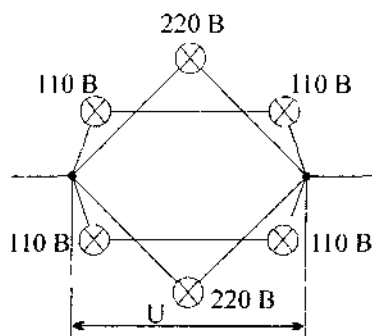


Рис. 115

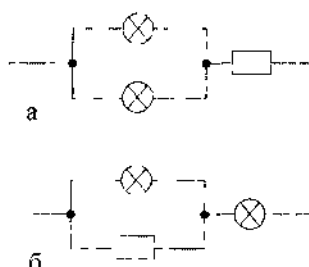


Рис. 116

200. Існують дві можливості (рис. 116) Випадок рис. 116(б) не підходить, тому що напруга на лампі L_2 буде великою. У випадку рис. 116(а) опір ламп

$$R_1 = \frac{1}{2} R_n = \frac{U_1^2}{2P_1} \approx 30,3 \text{ Ом}, \text{ опір праски } R_2 = \frac{U_2^2}{2P_2} \approx 25,2 \text{ Ом}; \text{ напруга на лампах}$$

$$U_n = U \frac{R_1}{R_1 + R_2} \approx 119,99 \text{ В}; \text{ напруга на прасці } U_n = U \frac{R_2}{R_1 + R_2} \approx 99,8 \text{ В} \quad \mathbf{201.}$$

При замиканні точок AC і BD усі лампи з'єднані паралельно, і опір між точками AD становитиме $R_{AD} = \frac{1}{3} R = 10$ Ом. **202.** Опір резистора можна

змінювати від 0 до $\frac{1}{4} R$. **203.** Підтримувати температуру можна при

потужності $0,62P_0$, тобто при $U = \sqrt{0,62} U_{ном} \approx 0,84 U_{ном}$, тобто при зниженні

напруги в мережі, на 20%. **204.** $t_c = t + \frac{T_1}{T_2} (t_1 - t) = 220^\circ \text{ С}$. **205.** $t_2 =$

$$= \frac{\tau_2 (t_1 - t_0) (\tau_1 + T_1)}{\tau_1 \tau_2 + T_2} + t_0 = 180^\circ \text{ С}; t_3 = 420^\circ \text{ С}.$$

206. Для послідовного вмикання секцій $t_3 = \alpha (R_1 + R_2) = t_1 + t_2 = 13$ хв і для паралельного вмикання $t_4 =$

$$= \alpha \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 3,08 \text{ хв} \quad \mathbf{207.}$$

Аналогічно до графіка $U(I)$ для 100-ватної лампи слід намалювати графік $U(I)$ для 60-ватної лампи і побудувати сумар-

ний графік для послідовного з'єднання ламп (рис. 117). З точки перетину сумарного графіка з рівнем 220 В опускаємо перпендикуляр на вісь I . За графіком знаходимо значення U_1 і U_2 . Оскільки $U_1 > 1,1U_0$, то зрозуміло, що так вмикати лампи не можна.

208. Зменшити в $\sqrt{\frac{15}{13}}$ разів.

$$209. R_c = \frac{U^2}{P} = R = 72 \text{ Ом.}$$

210. Втрати теплоти за рахунок конвекції значно менші у спіралі, ніж у прямого провідника, утвореного з неї. 211. При замиканні

контакту K напруга на ділянці AB упаде і становитиме частки вольта. Тому лампочка навіть не загориться. 212. Одна з ламп може перегоріти 213. У

кип'ятильнику ще була вода. 214. $P_1 = P_2 \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_1} = 6 \text{ кВт.}$ 215. При $U = 3 \text{ В}$

сила струму в лампочці (за графіком) $I = 0,55 \text{ А.}$ Щоб батарейка не розряджалася, цю силу струму має забезпечити джерело. Тоді $U_2 = 3 \text{ В} + 6 \cdot 0,55 \text{ В} \approx 6,3 \text{ В.}$ Якщо $U > 6,3 \text{ В,}$ то струм через батарейку йде в протилежному напрямі (батарейка підзаряджається). 216. $R_c = \frac{7}{8} R.$

$$217. \text{ а) } U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 108 \text{ В; } U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 72 \text{ В; б) }$$

$$U_1 = U \frac{(2R_2 + R_3)R_1}{4R_1R_2 + R_3(R_1 + R_2)} = 99 \text{ В; } U_2 = U \frac{(2R_1 + R_3)R_2}{4R_1R_2 + R_3(R_1 + R_2)} = 81 \text{ В; } R_3' = R_2 =$$

$$= 4 \cdot 10^3 \text{ Ом; } R_3'' = R_1 = 6 \cdot 10^3 \text{ Ом. } 218. R = \frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2}{I_2} - \frac{U_1}{I_2} = 25,3 \text{ Ом; } R_A =$$

$$= \frac{U_1 - U_2}{I_2} = 0,2 \text{ Ом; } R_b = \frac{U_2}{I_2 - I_1} \left[1 - \frac{I_1}{I_2} \left(1 - \frac{U_2}{U_1} \right) \right] = 496 \text{ Ом. } 219. \text{ За графіком}$$

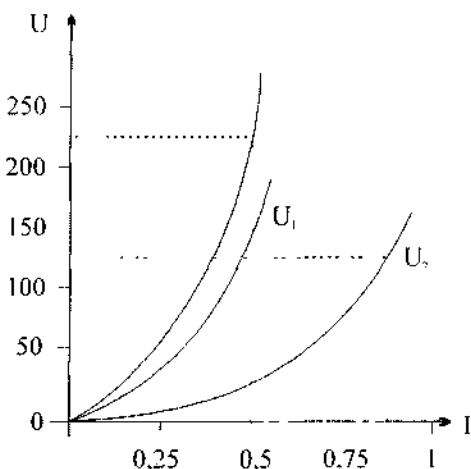


Рис. 117

при $I_1 = 0,2$ А напруга на лампочці $U_1 = 2,6$ В. Спад напруги на амперметрі $U'_1 = 2,4$ В. У другому випадку напруга на амперметрі $U_2 = U'_1 \frac{I_2}{I_1} = 1,8$ В і на лампі $U'_2 = 3,2$ В. За графіком сила струму через лампу $I'_2 = 0,22$ А і через резистор $I_R = 0,07$ А. Тоді опір резистора $R = \frac{U_2}{I_R} \approx 26$ Ом. **220.** Позначимо

через L довжину всієї лінії, l – довжину відрізка лінії від джерела напруги до місця заземлення, ρ – опір одиниці довжини лінії, I_1 – силу струму через ділянку лінії, I – силу струму через приймальний амперметр, I_r – силу струму через заземлення, U – напругу на початку лінії. Згідно з умовою задачі можна записати:

$$I_1 = I + I_r; U = I_1 \rho l + I_r r; I_r r = (L - l) \rho l. \text{ Звідси } I = \frac{U r}{L \rho r + \rho^2 l (L - l)}. \text{ Сила струму } I$$

буде мінімальною тоді, коли $l(L - l)$ має максимальне значення. Перетворимо цей вираз так: $(L - l)l = \frac{1}{4} L^2 - (\frac{1}{4} L^2 - lL + l^2) = \frac{1}{4} L^2 - (\frac{1}{4} L - l)^2$. Цей вираз має

максимальне значення, коли $\frac{1}{2} L - l = 0$. Звідси $l = \frac{1}{2} L$, тобто, коли

пошкодження станеться посередині лінії. **221.** $t_x = 580^\circ$ С. **222.** По ребру CD , струм не йде, тому це ребро можна викинути і дістати еквівалентну схему (рис

118). Загальний опір каркаса $R_{AB} = \frac{1}{2} R$ і загальна сила струму в колі $I = \frac{2U}{R}$.

Змінити загальну силу струму можна двома способами: 1) викинути одне з ребер AD , AC , BC чи BD – зміна сили струму при цьому буде однаковою і рівною $\frac{U}{2R}$; 2) викинути ребро AB . Найбільша зміна сили струму буде $\Delta I_2 = \frac{U}{R}$ при усуненні ребра AB .

223. По лівому і правому резисторах (розміщені вертикально) струм не йде. Тоді опір між точками A і B дорівнює $\frac{1}{2} R$. **224.** Дану схему можна замінити еквівалентною їй (рис. 119), опір $R_{заг} = 3$ Ом. Амперметр показує $I = 2$ А. **225.**

$I = 5,5$ А. **226.** $R = \frac{U_2}{I} = 54$ Ом; $I_1 = \frac{P_1}{U} = 2,5$ А; $I = I_1 + I_2 = 4,5$ А. **227.** Дане коло

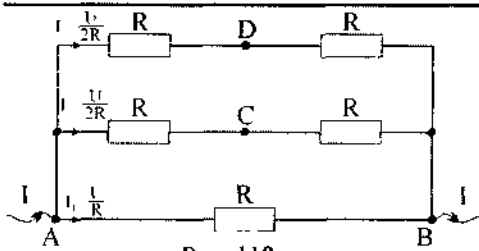


Рис. 118

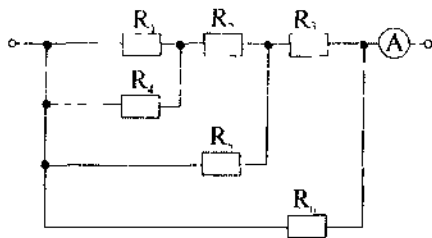


Рис. 119

можна зобразити інакше (рис. 120). Сила струму в колі $I =$

$$= \frac{U}{R_a + R_1 + R_{AB}}$$

$$= \frac{R_6(R_2 + R_3)}{R_2 + R_3 + R_6}, \text{ тоді } I =$$

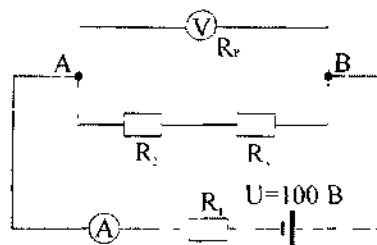


Рис. 120

$$= \frac{U(R_2 + R_3 + R_6)}{R_6(R_2 + R_3) + (R_6 + R_1)(R_2 + R_3 + R_6)} = 0,2 \text{ A}, \text{ а покази вольтметра } 80 \text{ В. } 228.$$

Сила струму в колі $I = \frac{U}{R_{\text{випи}}}$ =

$$= U_0 \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}{|R_1 R_4 - R_2 R_3|} = 2,4 \text{ A. } 229.$$

Магніт притягує залізни тіла будь-якої форми, у тому числі сферичної. А між тим залізне тіло притягується тому, що воно саме стає при цьому магнітом. 230. З швидкістю $2v = 2 \text{ м/с}$. 231. Верхній край дзеркала слід

закріпити на $\frac{1}{2}l$ нижче зросту людини, де $l =$

$= AC$ – відстань між рівнем очей і верхньою точкою голови. 232. З побудованого в похилому дзеркалі зображення (рис. 121) видно, що розміри дзеркала можуть бути меншими. Зображення розміщене симетрично відносно площини дзеркала, тому

створюється враження, ніби зображення падає. 233. $x = H \frac{l}{l+L}$.

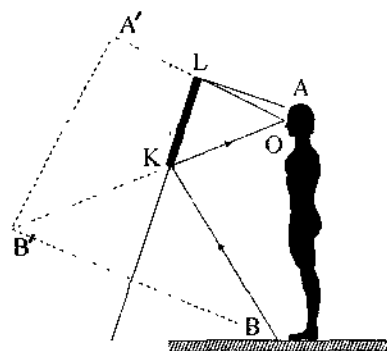


Рис. 121

ВІДПОВІДІ ТА РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРУ

1. Для обчислення густини тіла слід знати його масу і об'єм. Масу каменю можна виміряти динамометром. Приладу для вимірювання об'єму каменю немає. Тому необхідно вигадати побічні вимірювання, які б дали можливість обчислити об'єм каменю. Можна, наприклад, зважити камінь у воді чи іншій рідині з відомою густиною. 2. Помістивши шматок дерева в мензурку з водою, знаходять об'єм води V_1 , витісненої деревом. Умова рівноваги шматка дерева запишеться: $mg = F_A$, але $m = \rho V$, $F_A = \rho_B g V_1$, тоді $\rho = \rho_B \frac{V_1}{V}$. 3. Для

визначення маси тіла m і його об'єму V слід відградувати гумовий шнур. Для цього підвішують до шнура гиру відомої маси m_0 і позначають положення x_1 , яке відповідає силі $F_1 = m_0 g$. Потім складають шнур удвоє і позначають

положення x_2 , яке відповідає силі $F_2 = \frac{1}{2} m_0 g$. Аналогічно знаходять по-

ложення x_3 і x_4 , які відповідають силам $\frac{1}{3} m_0 g$ і $\frac{1}{4} m_0 g$. За допомогою відградуваного шнура визначають вагу P_1 досліджуваного тіла у повітрі й воді

P_2 . Звідси маса тіла $m = \frac{P_1}{g}$, а об'єм тіла V можна знайти з виразу для

архімедової сили $F_A = P_1 - P_2 = \rho_0 g V$. Звідси $V = \frac{P_1 - P_2}{\rho_0 g}$, а $\rho = \rho_0 \frac{P_1}{P_1 - P_2}$.

4. Ідея розв'язку полягає в тому, щоб вигадати спосіб порівняння густини рідини з густиною води. Задача має кілька варіантів розв'язання, два з яких розглянемо.

а) наливають у мензурку стільки води, щоб після її занурення в посудину з водою вона плавала в ній. Умова плавання запишеться: $P_M + P_B = \rho_B g V_B$. Виливають воду з мензурки і наливають в неї рідину, густину якої хочуть визначити. Мензурку знову опускають у посудину з водою і, доливаючи чи відливаючи рідину, домагаються того, щоб вона занурилася в воду на таку саму глибину. Умова плавання запишеться: $P_M + P_P = \rho_B g V_B$. Порівнюючи отримані рівності, дістаємо $P_B = P_P$ або $\rho_B V_1 = \rho_P V_2$, звідки $\rho_P = \rho_B \frac{V_1}{V_2}$.

Практична частина роботи зводиться до вимірювання V_1 і V_2 .

б) Візьмемо тіло, яке плаває у воді і в досліджуваній рідині. Опустимо його в мензурку з водою. Вага тіла $P = \rho g V_1$. Якщо опустити це саме тіло в мензурку з досліджуваною рідиною, то вага тіла $P = \rho_1 g V_2$. Порівнюючи записані вирази, дістаємо $\rho g V_1 = \rho_1 g V_2$, звідки $\rho_1 = \rho \frac{V_1}{V_2}$. 5. Помістивши невідому речовину в пробірку, занурюють її у воду і позначають глибину занурення. Виймають речовину і наливають замість неї у пробірку стільки води, щоб пробірка занурилась на ту саму глибину. Об'єм порції невідомої речовини можна визначити, опустивши її безпосередньо у воду. Отже, маса відома — це маса води, яка замінила речовину, об'єм якої теж відомий. Якщо при вимірюванні об'єму невідому речовину опускали у цю саму пробірку, то діаметр пробірки (точніше — площа перерізу) виключається з відповіді і його не потрібно вимірювати. 6. З пластиліну зробити човник, який би плавав і міг утримувати на поверхні води брусок з оргскла. 7. Скляні трубки приєднують гумовими до трійника і опускають їх у посудини з рідинами. При відкачуванні повітря вода й рідина піднімаються скляними трубками на висоту h_1 й h_2 . З рівнянь рівноваги $p + \rho_1 g h_1 = p_0$ й $p + \rho_2 g h_2 = p_0$ дістають $\rho_2 = \rho_1 \frac{h_1}{h_2}$. 8. Пробірку опускають у посудину з водою і наливають стільки води, щоб вона плавала вертикально. Потім пробірку переносять у посудину з досліджуваною рідиною. Записують умови плавання пробірки у воді $m = \rho_0 l_1 S$ і в досліджуваній рідині $m = \rho_1 l_2 S$. З цих рівнянь $\rho_1 = \rho_0 \frac{l_1}{l_2}$. 9. Зважуючи тіло у

повітрі й у воді, знаходять його об'єм $V = \frac{P_1 - P_2}{\rho_B g}$. Після цього зважують

тіло в досліджуваній рідині і знаходять густину цієї рідини

$\rho_P = \frac{P_1 - P_3}{gV} = \frac{P_1 - P_3}{P_1 - P_2} \rho_B$. 10. Наливають за допомогою лійки в U-подібну

трубку певну кількість води, а потім в одне з колін манометра доливають певну кількість олії. З умови рівноваги рідин у манометрі $\rho_B g h_B = \rho_0 g h_0$

дістають $\rho_0 = \rho_B \frac{h_B}{h_0}$. 11. Знаходять масу склянки з водою m_c зважуванням.

Так само визначають масу шматка пластиліну без металу m_1 і масу шматка пластиліну з металом m_2 . Оскільки маси в обох шматках пластиліну однакові, то маса металу $m = m_2 - m_1$. Підвішують шматок пластиліну без металу до

нитки і прикріплюють до штатива вільний кінець нитки. Опускають цей шматок у склянку з водою так, щоб він повністю в неї занурився, і знаходять покази терезів m'_1 в цьому випадку. На пластилін діятиме сила Архімеда $F_A = m'_1 g - m_C g$. Однак $F_A = \rho_B g V_1$, тоді об'єм пластиліну $V_1 = \frac{m'_1 - m_C}{\rho_B}$. Так

само знаходять об'єм пластиліну з металом усередині: $V_2 = \frac{m'_2 - m_C}{\rho_B}$. Об'єм

металу $V = V_2 - V_1 = \frac{m'_2 - m'_1}{\rho_B}$. Оскільки маса металу $m = m_2 - m_1$, то $\rho =$

$\frac{m_2 - m_1}{m'_2 - m'_1} \rho_B$. 12. На шальки терезів кладуть по три кульки. При цьому мож-

ливі два випадки.

а) Шальки з кульками зрівноважуються, і тому кулька з порожниною міститься серед двох, що залишилися. Знявши з шальок попередньо покладені кульки, на кожну з них кладуть по кульці з пари, яка залишилась. Кулька, яка перетягне, не має порожнини.

б) Рівновага не встановиться, отже, кулька з порожниною міститься у трійці кульок, яка легша. Знявши з шальок попередньо покладені кульки, на кожну з них кладуть по кульці з трійки, в якій міститься кулька з порожниною. Якщо кульки зрівноважились, то кулька, що залишилась, має порожнину. Якщо рівноваги немає, то кулька з порожниною та, яка легша. 13. Для визначення густини ρ повітря слід знати його масу m в якомусь об'ємі V . $\rho = \frac{m}{V}$. Масу знаходять, зваживши кулю до (m_1) і після (m_2) відкачування з неї

повітря: $m = m_1 - m_2$. Об'єм відкачаного повітря при атмосферному тиску визначають, опустивши трубку від кулі в посудину з водою і відкривши затискач, що перекривав її. Вода входить до кулі доти, доки тиск у ній не зрівняється з атмосферним. Переливши воду з кулі в мірний циліндр, знаходять її об'єм, а отже, і об'єм відкачаного повітря V . 14. Підіймальна сила F кулі визначається з виразу $F = (\rho_0 - \rho_1)gV$. Щоб куля піднімалась, необхідно, щоб підіймальна сила перевищувала силу тяжіння P оболонки кулі: $F \geq P$. Останню можна знайти за формулою $P = \sigma gS$, де σ — маса одиниці поверхні матеріалу оболонки. Тоді $(\rho_0 - \rho_1)gV \geq \sigma gS$.

Якщо зробити підймальну кулю у формі куба, то його об'єм $V = a^3$, а площа поверхні $S = 6a^2$. Тоді нерівність запишеться $(\rho_0 - \rho_1)a^3 \geq \sigma 6a^2$, звідки

$$a \geq \frac{6\sigma}{\rho_0 - \rho_1}.$$

Для виконання практичної частини розв'язання слід знайти масу одиниці поверхні матеріалу кулі σ . Це можна зробити кількома способами. По-перше, зважити газетний листок і визначити його площу. Другий спосіб такий:

$$\sigma = \frac{m}{S} = \frac{\rho_2 6a^2 h}{6a^2}, \text{ звідки } \sigma = \rho_2 h, \text{ де } h \text{ — товщина газетного листа. Остаточ-$$

но дістаємо $a \geq \frac{6\rho_2 h}{\rho_0 - \rho_1}$. У цьому випадку практична частина роботи зво-

диться до знаходження ρ_2 (за таблицею) і вимірювання h за допомогою мікрометра. Прийнятним є й інший варіант розв'язання цієї задачі. Оскільки підймальна сила атмосферного повітря, яка діє на куб з ребром 1 м, заповнений гарячим повітрям, дорівнює приблизно 3 Н ($1,3 \text{ кг/м}^3 - 1,0 \text{ кг/м}^3$) $1 \text{ м}^3 \times 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 3 \text{ Н}$, то оболонка такої підймальної кулі у формі куба має важити менш як 300 г. Отже, маса кожної грані куба має дорівнювати або бути меншою за 50 г. Визначають масу газетного листка (подвійного звичайного формату $0,84 \times 0,59 \text{ м}^2$). Вона дорівнює приблизно 20 г. Отже, на виготовлення однієї грані можна взяти трохи більше двох газетних листків. 15. При зануренні бруска у воду робота виконується зовнішньою силою, що дорівнює за модулем роботі додаткової архімедової сили. Ця сила зростає від нуля до максимального значення $F_M = \rho g S \Delta l$. Враховуючи, що рівень води в посудині при зануренні бруска зростає, його переміщення ΔL відносно води буде меншим за Δl . Вважаючи, що архімедова сила зростає при зануренні бруска за лінійним законом, шукана робота $A = \frac{1}{2} F_M \Delta L = \frac{1}{2} \rho g S \Delta l \Delta L$. Цю роботу можна обчислити й іншим способом — за зміною потенціальної енергії системи “вода – брусок” до і після занурення бруска.

Результат обчислення можна перевірити на досліді, скориставшись динамометром із стрілкою. Побудувавши на міліметровці графік $F_A(\Delta l)$, за площею фігури під графіком можна обчислити шукану роботу. 16. За допомогою терезів визначають масу металу m_M і масу води в калориметрі m_w , термометром вимірюють температуру води в калориметрі t_1 . Прив'язавши брусок до нитки і прикріпивши другий її кінець до штатива, опускають брусок у по-

судину з водою. Нагрівають посудину, а з нею і брусок до температури t_2 (80 – 90°C). Швидко переносять брусок із посудини в калориметр і вимірюють температуру t_0 , яка там встановиться. З рівняння теплового балансу $c_M = \frac{(c_B m_B + c_K m_K)(t_0 - t_1)}{m_M(t_2 - t_0)}$. 17. Якщо на спиртівці нагрівати воду, то ККД на-

рівника можна обчислити за формулою $\eta = \frac{c m_2(t_2 - t_1)}{m_1 q} \cdot 100\%$. Масу m_1 спи-

рту, що згорів, визначають за різницею мас спиртівки до і після досліду; m_2 знаходять зважуванням; t_1 й t_2 вимірюють за допомогою термометра. 18. Наливають у калориметр масу води m_1 , яку можна визначити, виміривши її об'єм мензуркою, і нагрівають на Δt_1 . Записують рівняння теплового балансу: $c_1 m_1 \Delta t_1 + C \Delta t_1 = P \tau_1$. Потім наливають у калориметр воду масою m_2 і нагрівають на Δt_2 . Знову записують рівняння теплового балансу: $c_1 m_2 \Delta t_2 + C \Delta t_2 = P \tau_2$. Віднявши від першого рівняння друге, дістанемо: $c_1 m_1 \Delta t_1 - c_1 m_2 \Delta t_2 + C(\Delta t_1 - \Delta t_2) = P(\tau_1 - \tau_2)$. Якщо $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t$ (що легко здійснити на досліді), то $c_1 \Delta t(m_1 - m_2) = P(\tau_1 - \tau_2)$, звідки $P = c_1 \Delta t \frac{m_1 - m_2}{\tau_1 - \tau_2}$. 19. Спочатку на

основі вимірювань опору лампи за допомогою амперметра і вольтметра встановлюють, що він не залишається сталим, причому зміни опору виходять за межі випадкових помилок. Далі за даними цілеспрямованих вимірювань опору будують графік залежності опору лампи від сили струму і роблять висновок про температурну залежність опору лампи. 20. Виміряти діаметр дротини можна звичайним способом — намотавши кілька витків на олівець: довжину намотки вимірюють лінійкою. Ідея вимірювання полягає в тому, щоб, зібравши послідовну схему з вимірювального резистора і досліджуваного шматка дротини, порівняти напругу на них, скориставшись гальванометром у ролі вольтметра (не забувати про опір вольтметра). Це легко зробити для провідника з великим опором, але важче для іншого. В цьому випадку можна порівнювати напруги на двох шматках дроту, параметри одного з яких уже відомі. Після цього обчислюють питомі опори дротин. 21. Опір однорідного провідника можна визначити за формулою

$R = \rho \frac{l}{S}$. Значення питомого опору знаходимо з довідникових таблиць.

Площу поперечного перерізу провідника розраховуємо за його діаметром:

$S = \frac{\pi d^2}{4}$. Діаметр провідника легко виміряти за допомогою лінійки з

міліметровими поділками (на будь-який олівець намотують потрібну кількість витків дроту, визначають довжину намотки і за цими даними визначають діаметр дроту). При бажанні для вимірювання діаметра дроту можна використати мікрометр або штангенциркуль. За допомогою терезів вимірюємо масу мотка дроту m і, скориставшись даними про густину міді D , зна-

ходимо довжину провідника: $l = \frac{4m}{D\pi d^2}$. Тепер можна визначити опір мотка

дроту: $R = \frac{16m\rho}{\pi^2 d^4 D}$. Розрахувавши таким способом значення опору мотка

дроту, складаємо електричне коло з джерела постійного струму, реостата, амперметра, мотка дроту і вольтметра, що приєднаний паралельно до мотка дроту. За даними показів амперметра і вольтметра визначаємо опір

провідника $R = \frac{U}{I}$ і порівнюємо здобуті значення опору. 22. При визначенні

опору за допомогою амперметра і вольтметра звичайно не враховують опору вимірювальних приладів. Це і вносить похибки в розрахунки. Розглянемо один із варіантів визначення опору провідника з урахуванням опору амперметра. Для цього один раз вимірюють напругу U_1 на амперметрі, а вдруге — на послідовно з'єднаних амперметрі й невідомому опорі. Тоді $R_x = \frac{I_1 U_2 - I_2 U_1}{I_1 I_2}$. 23. Опір резистора можна визначити, скориставшись двома

схемами. Згідно з однією вимірюється сила струму в колі й напруга на резисторі, а згідно з другою — сила струму в послідовно з'єднаних амперметрові й резисторі і напруга на них.

За першою схемою опір резистора $R = \frac{U}{I - I_B} = \frac{U}{I - \frac{U}{R_B}}$.

Відносна похибка вимірювання в цьому разі така:

$$\frac{\Delta R}{R} = \pm \left[\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta \left(I - \frac{U}{R_B} \right)}{I - \frac{U}{R_B}} \right] = \pm \left[\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I R_B}{I R_B - U} + \frac{\Delta U}{I R_B - U} \right].$$

За другою схемою опір резистора $R = \frac{U - U_a}{I}$.

Відносна похибка вимірювання опору резистора.

$$\frac{\Delta R}{R} = \pm \left[\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta U_a}{U_a} + \frac{\Delta I}{I} \right].$$

Абсолютні похибки вимірювань:

$$1. \quad \Delta R = \pm \left[\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I R_B}{I R_B - U} + \frac{\Delta U}{I R_B - U} \right] \frac{U}{I - \frac{U}{R_B}}$$

$$2. \quad \Delta R = \pm \left[\frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta U_a}{U_a} + \frac{\Delta I}{I} \right] \frac{U - U_a}{I}$$

24. Вимірюємо силу струму I й напругу U на реостаті, тоді $R = \rho \frac{l}{S} = \frac{U}{I}$,

відки $\rho = \frac{US}{Il}$. Вимірявши діаметр витка D штангенциркулем і підрахувавши число витків n , для довжини провада можна записати $l = \pi Dn$. Вимірюють лінійкою довжину реостата l_1 , і тоді $d = \frac{l_1}{n}$, а $S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi l_1^2}{4n^2}$. Отже $\rho =$

$$= \frac{U l_1^2}{4 I D n^3}. \text{ Відносна похибка } \frac{\Delta \rho}{\rho} = \pm \frac{\Delta U}{U} + 2 \frac{\Delta l_1}{l_1} + \frac{\Delta D}{D}, \text{ а абсолютна } \Delta \rho =$$

$$= \pm \rho \left(\frac{\Delta \rho}{\rho} \right). \text{ 25. З'єднавши послідовно джерело постійного струму, ампер-$$

метр, резистор з відомим опором, вимикач, визначимо силу струму в колі. Замість резистора ввімкнемо реостат і змінюватимемо його опір доти, доки в колі встановиться струм такої сили, як і при резисторі з відомим опором. Тоді опір активної частини реостата дорівнює відомому опору резистора. Лінійкою вимірюємо довжину l_1 активної частини реостата, підрахуємо кількість витків n та їх діаметр D . За довжиною l_1 і кількістю витків n знаходимо

діаметр провідника, з якого виготовлено реостат: $d = \frac{l_1}{n}$. Площа поперечно-

го перерізу провідника $S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi l_1^2}{4n^2}$. Довжина провідника $l = \pi Dn$. За

формулою $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ визначимо питомий опір провідника: $\rho = \frac{RS}{l} = \frac{Rl_1^2}{4Dn^3}$.

26. Позначимо опір реостата I через R_1 , а частину опору реостата II, яка вводиться в коло, через R_2 . Потужність, яка виділяється на змінному опорі R_2 , дорівнює $P_2 = IU_2$. Якщо опір R_2 зменшувати, то струм у колі збільшуватиметься, а спад напруги на R_2 зменшуватиметься, і навпаки. При R_2 , близькому до нуля, потужність також наблизитиметься до нуля, оскільки напруга на реостаті II дуже мала. При збільшенні опору потужність спочатку зростає до певного максимального значення, після чого при подальшому збільшенні опору, який вводиться в коло реостатом II, спадає. Знайдемо максимальне значення потужності, яка виділяється на реостаті II. До кола

підведемо незмінну напругу. Струм у колі $I = \frac{U}{R_1 + R_2}$, а потужність, що

споживається реостатом II, $P_2 = \frac{U^2 R_2}{(R_1 + R_2)^2} = \frac{U^2 R_2}{R_1^2 + 2R_1 R_2 + R_2^2}$. Виконуючи

перетворення знаменника $R_1^2 + 2R_1 R_2 + R_2^2 = (R_1 - R_2)^2 + 4R_1 R_2$, поділимо

чисельник і знаменник на R_2 . Дістанемо: $P_2 = \frac{U^2}{\frac{(R_1 - R_2)^2}{R_2} + 4R_1}$. Щоб знайти

максимальне значення потужності P_2 , слід узяти те значення опору R_2 , при якому знаменник із усіх можливих набуває найменшого значення. З останнього виразу для P_2 видно, що найменше значення знаменника буде тоді, коли $R_2 = R_1$. Отже, при вимірюванні потужності значення R_2 зручно змінювати від нуля через кожні $\frac{R_1}{n}$ одиниць опору, звернувши особливу увагу на момент, коли $R_2 = R_1$. 27. Задачу можна розв'язати двома способами.

1-й спосіб. Скласти три кола і виміряти силу струму в них. У цих колах до джерела струму підключають послідовно: 1) амперметр і резистор з відомим опором; 2) амперметр і резистор з невідомим опором; 3) амперметр з

послідовно увімкнутими обома резисторами. Вимірюють сили струму I_1 , I_2 і I_3 і визначають $R_1 = \frac{I_2(I_3 - I_1)}{I_1(I_3 - I_2)} R$.

2-й спосіб. Резистори з'єднують паралельно і підмикають послідовно з амперметром до джерела струму. В цьому випадку $R_1 = \sqrt{\frac{I_1(I_4 - I_2)}{I_2(I_4 - I_1)}} R$.

28. Замикають перемикачі K_1 і K_2 . Вольтметр вимірює деяку напругу U на зовнішній ділянці кола. Тепер, розімкнувши попередньо перемикач K_2 , перемикачем K_1 вводять у коло резистор опором R . Оскільки вольтметр і резистор увімкнуті послідовно, то напруга U розподіляється між ними пропорційно їхнім опорам. Нехай вольтметр показує напругу U_1 , тоді напруга на резисторі R буде $U - U_1$ (при всіх перемиканнях напругу U на зовнішній ділянці кола можна вважати незмінною, оскільки опір цієї ділянки у багато разів

більший за внутрішній опір батарейки). Отже, $\frac{U_1}{U - U_1} = \frac{x}{R}$, звідки $x = R \frac{U_1}{U - U_1}$. 29. Один з учнів, попередньо змочивши руки для поліпшення

контакту, береться за стержні і міцно стискає їх. При цьому перемикач K_2 має бути замкнутий, а перемикач K_1 розімкнутий. Нехай вольтметр показує напругу U_B . Тоді напруга на ділянці людського тіла "від руки до руки" пропорційна опоріві x цієї ділянки, дорівнюватиме $U - U_B$. Тоді

$\frac{U - U_B}{U_B} = \frac{x}{R_B}$, звідки $x = R_B \frac{U - U_B}{U_B}$. 30. Підмикають до вітки, яка містить опори R_1 і R_2 , прилад і джерело струму. Тоді неважко показати, що $I_1 = \frac{U_1}{R_1 + R_2}$. Записуючи це рівняння, припускали, що опір амперметра малий, а вольтметра — великий. Аналогічно для вітки, яка містить опори R_2 і R_3 , дістанемо $I_2 = \frac{U_2}{R_2 + R_3}$, для вітки з опорами R_1 і R_3 дістанемо $I_3 = \frac{U_3}{R_1 + R_3}$.

Розв'язуючи ці рівняння, дістаємо: $R_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{U_1}{I_1} + \frac{U_3}{I_3} - \frac{U_2}{I_2} \right)$; $R_2 =$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2}{I_2} - \frac{U_3}{I_3} \right); R_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{U_2}{I_2} + \frac{U_3}{I_3} - \frac{U_1}{I_1} \right) \quad 31.$$

Спочатку слід розглянути можливі варіанти з'єднання резисторів, а потім до кожної пари клем підімкнути батареюку і амперметр і виміряти сили струмів, за якими можна оцінити схеми з'єднання в кожному з чорних ящиків **32**. Спочатку до схеми вмикають джерело і обидві лампи. Вони горять нормальним розжаренням. Вигвинтивши одну із ламп, з'ясовують, як вони з'єднані між собою — послідовно чи паралельно. Скориставшись амперметром і вольтметром, обґрунтовують отримані висновки. **33**. Лампи з'єднані послідовно, і паралельно лампі на 100 Вт увімкнено перемикач. **34**. Будують вольтамперні характеристики кожного з чорних ящиків і, враховуючи температурну залежність опору, визначають, в якому з них міститься лампа. **35**. Вмикають до клем 1-2 батареюку, яка дає напругу U_0 , а до другої пари — вольтметр.

Вольтметр показує $\frac{1}{2}U_0$. Міняють місцями джерело струму й вольтметр і вимірюють напругу на клемі 1-2; вона дорівнює U_0 . При двох інших варіантах увімкнення батареюки і вольтметра до чорного ящика покази вольтметра дорівнюють нулю.

З проведених вимірювань випливає, що в ящику міститься дільник напруги. При підборі обладнання слід подбати, щоб опір вольтметра був набагато більший за опір R , оскільки опір вольтметра спотворює роботу дільника. R зручно брати рівним 470 Ом.

Навчальне видання

Гончаренко Семен Устимович

Коршак Євген Васильович

Фізика. Олімпіадні задачі

Випуск 1. 7-8 класи

Підписано до друку 29.10.1998 р. Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Таймс.
Друк офсетний. Умови друк арк 4,19. Умови фарбо-відб 4,19. Обл. видав арк 2,63.
Зам 458-8.

Видавництво "Навчальна книга – Богдан" 282008, м. Тернопіль, вул. Танцюрова, 11. А/с 534

Свідоцтво №24637417 від 13.11.1997р.

Тел. (0352) 43-00-46; тел./факс (0352) 25-18-09, E-mail: publishing@budnyk.ua

Віддруковано з готових діапозитивів
на Львівській державній книжковій фабриці "Атлас".
290005, Львів, вул. Зелена, 20