

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

*Олександр Школа*

ТЕРМОДИНАМІКА І СТАТИСТИЧНА ФІЗИКА:  
збірник тестових завдань

*Навчальний посібник*

Бердянськ – 2016

**УДК 53. 6 (076.1)**

**ББК 22. 317. я73**

**Ш 67**

*Рецензенти:*

**І. Т. Богданов**, доктор педагогічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, перший проректор Бердянського державного педагогічного університету;

**В. В. Кідалов**, доктор фізико-математичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри фізики Бердянського державного педагогічного університету;

**А. І. Павленко**, доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри дидактики та методик навчання природничо-математичних дисциплін Запорізького обласного інституту післядипломної педагогічної освіти.

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Бердянського державного педагогічного університету  
(протокол № 10 від 25 лютого 2016 року)*

**Школа О.В.**

**Ш 67** Термодинаміка і статистична фізика : збірник тестових завдань : навч. посібник / Олександр Школа. – Бердянськ : Видавець Ткачук О.В., 2016. – 62 с.

Навчальний посібник розроблено відповідно до типової модульної програми нормативної дисципліни “Теоретична фізика” циклу професійної і практичної підготовки бакалаврів-фізиків педагогічних університетів. Представлені в посібнику питання та якісні завдання різної форми і рівня складності, що охоплюють основні положення та принципи термодинаміки і статистичної фізики, дозволяють провести комплексну перевірку складових предметної компетентності студентів з усіх змістових модулів курсу як під час аудиторних занять, так і в процесі самоконтролю й самооцінки.

Для студентів фізичних спеціальностей університетів та інших вищих педагогічних навчальних закладів, де вивчається курс теоретичної фізики.

**УДК 53. 6 (076.1)**

**ББК 22. 317. я73**

© О.В. Школа, 2016

© Видавець Ткачук О.В., 2016

## ЗМІСТ

Передмова. . . . .	4
Загальні методичні рекомендації до виконання тестових завдань. . . . .	5
1. Основні поняття, закони та методи термодинаміки. . . . .	7
2. Умови рівноваги і стійкості термодинамічних систем. Фазові переходи і критичні явища. . . . .	13
3. Основні поняття і принципи статистичної фізики. . . . .	19
4. Розподіл Максвелла-Больцмана. . . . .	25
5. Розподіли Гіббса. Зв'язок термодинамічних і статистичних величин. . . . .	31
6. Статистичні теорії ідеальних і неідеальних систем. . . . .	37
7. Елементи теорії флуктуацій. Основи теорії нерівноважних систем. . . . .	43
8. Теоретична фізика і фізична картина світу. Методологія фізики. . . . .	49
Відповіді. . . . .	57
Рекомендована література. . . . .	58
Додатки. . . . .	60

## *Передмова*

Навчальний посібник підготовлений відповідно до типової модульної програми нормативної дисципліни “Теоретична фізика” циклу професійної і практичної підготовки бакалаврів-фізиків педагогічних університетів [9]. Представлені в посібнику питання та якісні задачі, що охоплюють основні положення та принципи термодинаміки і статистичної фізики, безумовно, не дозволяють вивчити цей розділ курсу теоретичної фізики – навіть за наявності вірних відповідей на всі тестові запитання. І справа навіть не в тому, що даний набір завдань далеко не вичерпує всього багатства фізичного змісту навчальної дисципліни. Головна мета навчального посібника інша: дати можливість студентам перевірити рівень власних навчальних досягнень не шляхом розв’язання ряду конкретних практичних задач курсу, а обдумуючи (і знаходячи) відповіді на питання теоретичного змісту. Такий вибір не випадковий. Набагато менша ніж у класичному і технічному університетах кількість навчальних годин на вивчення дисципліни, більш слабка математична підготовка студентів, відсутність спецкурсів, на яких можна було б поглибити й розширити знання з основ сучасної фізичної науки, розставляє абсолютно інші освітні акценти.

Створення у майбутніх учителів фізики цілісних та найповніших уявлень про сучасну фізичну картину світу на основі глибокого оволодіння ідейним змістом фундаментальних фізичних теорій, методами наукового пізнання та способами продуктивної діяльності із застосування знань на практиці виступає одним із головних завдань вивчення курсу теоретичної фізики у педагогічних вишах. У зв’язку з цим автор вважав за потрібне обрати в якості основного діагностичного інструментарію тестування студентів саме якісні завдання, на відміну від розрахункових задач, які традиційно зустрічаються у подібних виданнях. Безумовно, для відповіді на деякі питання має сенс тримати під рукою ручку і папір як головних інструментів “творчої лабораторії фізика-теоретика” – деякі здогадки корисно перевірити, тобто “перевірити алгеброю інтуїцію”, для чого слід провести необхідні математичні розрахунки. Найчастіше питання сформульовані так, що вибір відповіді не був очевидним, тому пошук вірної відповіді являтиме собою не просто “сканування” студентом теоретичного матеріалу (тексту лекцій або підручників), а процес аналізу ним майже кожного з наведених варіантів відповідей. Саме це і представляється автору корисним заняттям для тих, хто має намір розібратися у фундаментальних основах сучасної теоретичної фізики.

Навчальний посібник містить 200 якісних запитань з усіх змістових модулів відповідного розділу курсу теоретичної фізики, які мають досить широкий діапазон рівня складності, передбачаючи для вірного виконання різну кількість логічних кроків. Враховуючи місце та роль курсу термодинаміки і статистичної фізики в системі професійної підготовки майбутніх учителів фізики, до змісту посібника входять питання світоглядного й методологічного характеру, що дозволяють провести контроль відповідних компонентів їх предметної компетентності. Крім відповідей до запитань кожного навчального блоку дисципліни посібник містить деякі необхідні математичні відомості та перелік рекомендованої літератури, опрацювання якої сприятиме підвищенню рівня фундаментальної підготовки студентів. Навчальний посібник складено відповідно до модульної програми курсу та дозволяє провести ефективний контроль якості навчальних досягнень студентів як під час аудиторних занять, так і в процесі самоконтролю й самооцінки.

### ***Загальні методичні рекомендації до виконання тестових завдань***

Згідно освітньо-професійної програми до рівня підготовки студентів у межах кожного змістового модулю дисципліни “Теоретична фізика” ставляться певні вимоги, що передбачають комплексну перевірку складових предметної компетентності: *студенти знають/розуміють* (зміст фізичних понять і величин; явища, ефекти, методи, досліди; теорії, закони й закономірності, моделі, принципи, постулати, теореми, рівняння, фізичні константи; будову, принцип дії й галузь застосування найважливіших технічних об’єктів); *студенти вміють* (пояснити, зображати й аналізувати, моделювати, визначати, розв’язувати, робити висновки філософського характеру, використовувати, складати, характеризувати, дотримуватись). Безумовно, тестування навчальних досягнень студентів з курсу теоретичної фізики має індивідуальний творчий характер, але, як свідчить педагогічний досвід, досягненню високих результатів сприятиме дотримання таких правил.

1). Ретельно опрацювати теоретичні матеріали навчального курсу за результатами аудиторних (лекційних, практичних/семінарських) занять та науково-методичних джерел згідно переліку рекомендованої літератури, що відповідатиме тематиці “проходження” відповідного блоку тестових завдань посібника; з’ясувати фізичний зміст основних елементів наукових знань (емпіричні факти, фізичні явища, поняття, величини, моделі, принципи, постулати, закони).

2). Уважно прочитати та обміркувати умову тестового завдання. За необхідності провести математичні розрахунки та зробити рисунок, що пояснює фізичний зміст завдання, оскільки він часто слугує гарантією його успішного розв'язання. Після отримання результату слід порівняти її з наведеними відповідями: якщо Ваша відповідь співпадає з однією з них, запишіть під номером завдання цифру коду обраної відповіді; якщо – не співпадає з жодною з наведених, обміркуйте питання ще раз і спробуйте уточнити свою відповідь. У кожному наборі відповідей одна завжди правильна.

3). У разі виникнення труднощів з виконанням окремого тестового завдання, не затримуйтеся над ним більше двох-трьох хвилин. Пропустіть його і продовжуйте роботу над наступним. Після виконання останнього завдання тесту поверніться до пропущених питань і спробуйте ще раз знайти вірну відповідь.

Виконання студентом тестових завдань принесе найбільшу користь тільки у тому випадку, коли він розв'язує їх самостійно. Тому звертатися до відповідей, наведених наприкінці посібника, доцільно тільки після попередньої самостійної роботи. Не слід засмучуватися, якщо деякі завдання не розв'язуються з першої спроби. Це є свідченням необхідності додаткового ретельного опрацювання навчально-методичних джерел дисципліни. Слід мати на увазі, що вирішальну роль у виконанні тестових завдань, як і у навчанні взагалі, відіграють сила волі та працелюбність. Оцінювання результатів тестування студентів за матеріалами навчального посібника доцільно проводити згідно таблиці:

Відсоток правильно виконаних тестових завдань	100 – 90	89 – 65	64 – 50	49 – 0
Оцінка за національною шкалою	відмінно	добре	задовільно	незадовільно

Автор вдячний рецензентам – доктору педагогічних наук, професору, заслуженому діячу науки і техніки України І.Т.Богданову; доктору фізико-математичних наук, професору, заслуженому діячу науки і техніки України В.В. Кідалову, а також доктору педагогічних наук, професору А. І. Павленку за підтримку, цінні поради та критичні зауваження щодо змісту навчального посібника.

# 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, ЗАКОНИ ТА МЕТОДИ ТЕРМОДИНАМІКИ

**1. Розташувати у порядку зростання складності структурні форми матерії: (молекули; протони, нейтрони; макроскопічні тіла; кварки; атоми).**

- 1) атоми; молекули; протони, нейтрони; кварки; макроскопічні тіла;
- 2) молекули; кварки; протони, нейтрони; атоми; макроскопічні тіла;
- 3) кварки; протони, нейтрони; атоми; молекули; макроскопічні тіла;
- 4) протони, нейтрони; кварки; атоми; молекули; макроскопічні тіла.

**2. У рамках термодинамічного методу встановлюються:**

- 1) феноменологічні закономірності співвідношення між різними термодинамічними параметрами макроскопічних систем;
- 2) траєкторії руху окремих частинок в системі;
- 3) термодинамічні параметри макроскопічних систем, спираючись на відомі дані експерименту та характер руху частинок;
- 4) усі відповіді вірні.

**3. У якому випадку реальний газ можна вважати ідеальним ?**

- 1) якщо молекули газу можна уявити як абсолютно пружні кульки, що перебувають у безперервному хаотичному русі;
- 2) якщо можна знехтувати потенціальною енергією взаємодії молекул газу;
- 3) якщо власний об'єм молекул газу набагато менший об'єму посудини, в якій перебуває газ;
- 4) усі перелічені вище випадки.

**4. Як зміниться тиск ідеального газу якщо зменшити концентрацію молекул у 4 рази і збільшити середню кінетичну енергію поступального руху молекул у 4 рази ?**

- 1) збільшиться в 16 разів;
- 2) зменшиться у 16 разів;
- 3) не зміниться;
- 4) усі відповіді невірні.

**5. У чотирьох однакових посудинах відповідно знаходяться кисень, азот, гелій і водень. Температури і маси газів однакові. Який газ здійснює найменший тиск на стінки посудини ?**

- 1) кисень;
- 2) азот;
- 3) гелій;
- 4) водень.

6. Як змінювався об'єм газу під час процесу (рис. 1), якщо  $m = const$  ?

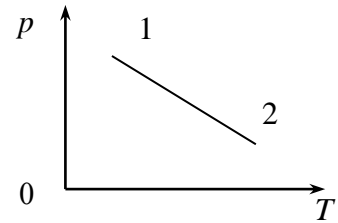
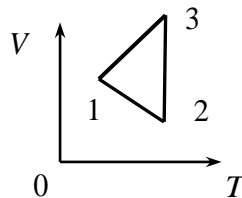
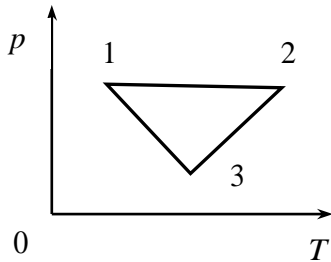


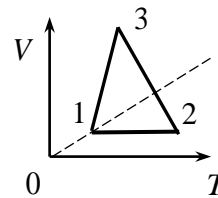
рис. 1

- 1) зменшується;
- 2) збільшується;
- 3) залишається сталим;
- 4) немає правильної відповіді.

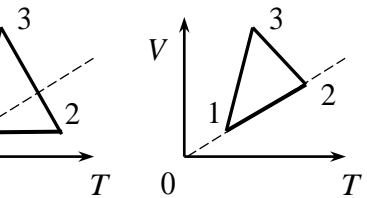
7. Який з наведених нижче діаграм ( $V, T$ ) відповідає замкненому процесу, зображеному на діаграмі ( $p, T$ ) ?



A)



Б)



В)

- 1) рис. А;
- 2) рис. Б;
- 3) рис. В;
- 4) правильної відповіді немає.

8. Як змінюється температура деякої маси ідеального газу, який розширюється за законом  $pV^2 = const$  ?

- 1) збільшується;
- 2) зменшується;
- 3) залишається сталою;
- 4) правильної відповіді немає.

9. У посудину помістили однакові маси різних газів. Якою є молярна маса суміші ?

- 1)  $\mu_1 + \mu_2$ ;
- 2)  $\mu_1 \cdot \mu_2$ ;

деяких властивостей речовини (теплоємності, коефіцієнтів теплового розширення і стиснення).

- 1) першого;
- 2) другого;
- 3) третього;
- 4) четвертого.

7. Для однорідної системи хімічний потенціал виступає ... , що припадає на одну частинку.

- 1) внутрішньою енергією;
- 2) вільною енергією;
- 3) ентальпією;
- 4) термодинамічним потенціалом Гіббса.

8. Чи справедливе твердження: “практична цінність рівняння Клапейрона-Клаузіуса полягає в тому, що за відомими емпіричними величинами  $p$ ,  $T$  і  $\tilde{V}$  можна розрахувати приховану теплоту фазового переходу” ?

- 1) так;
- 2) ні;
- 3) відповідь потребує додаткових умов;
- 4) питання є некоректним.

9. Крива рівноваги фаз  $p(T)$  обмежує дві області, в яких стійкими є тільки ... стани.

- 1) однофазні;
- 2) двофазні;
- 3) трьохфазні;
- 4) чотирьохфазні.

10. Встановити відповідність між елементами колонок таблиці:

<p>А). Рівняння Ліувілля.                      Б). Рівняння Клапейрона-Клаузіуса.                      В). Рівняння Гіббса-Гельмгольца.                      Г). Формула Больцмана.                      Д). Формула Ейнштейна-Смолуховського.</p>	<p>1) <math>U = F - T \left( \frac{\partial F}{\partial T} \right)</math>; 2) <math>\frac{\partial \omega}{\partial t} = \{H; \omega\}</math>;                      3) <math>S = k \ln W_T</math>; 4) <math>\delta_x = \sqrt{\frac{kT}{3\pi r \eta}} \cdot \sqrt{t}</math>;                      5) <math>\frac{dp}{dT} = \frac{q}{T(\tilde{V}_2 - \tilde{V}_1)}</math>.</p>
--	--

- 2) як змінюватиметься стан речовини, якщо змінювати  $p$  або  $T$ ;
- 3) яким є певний стан речовини: стійким рівноважним або нерівноважним;
- 4) усі твердження справедливі.

**24. Чому на діаграмі стану речовини у більшості випадків нахил кривої рівноваги кристала та рідини додатний ?**

- 1) таке буває найчастіше, тому що у більшості речовин питомий об'єм кристала переважає питомий об'єм рідини;
- 2) таке буває дуже рідко;
- 3) таке буває найчастіше, тому що у більшості речовин питомий об'єм рідини переважає питомий об'єм кристала;
- 4) таке буває лише для окремих речовин.

**25. Яка з наведених діаграм стану речовини (рис. 3-6) евтектичного типу ?**

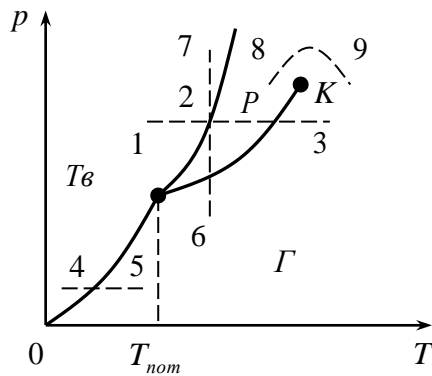


рис. 3

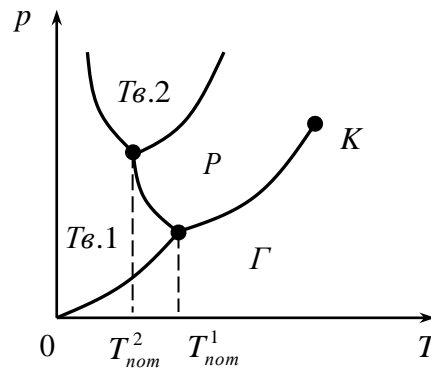


рис. 4

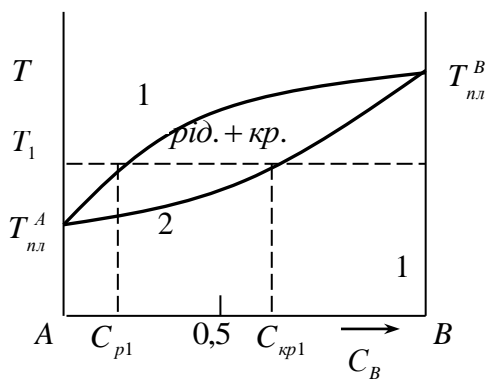


рис. 5

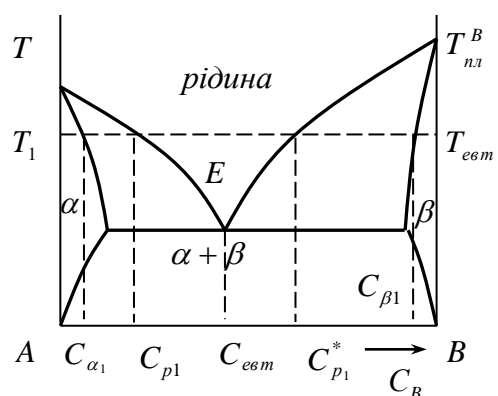


рис. 6

- 1) рис. 3;
- 2) рис. 4;
- 3) рис. 5;
- 4) рис. 6.

**8. Вказати математичний вираз канонічного розподілу Гіббса для густини ймовірностей розподілу станів макросистеми:**

$$1) \omega(q, p) = \frac{dW(q, p)}{dqdp};$$

$$2) \omega(q, p) = \frac{\delta(E_{q,p} - E_0)}{\Omega(E_0)};$$

$$3) \omega(E) = e^{-\frac{\chi + \mu N - E}{kT}};$$

$$4) \omega(E) = e^{-\frac{\Psi - E}{kT}}.$$

**9. Чи вірним є твердження про те, що статистичний інтеграл  $Z$  системи в термостаті знаходять з умови нормування функції розподілу ?**

- 1) так; 2) ні; 3) відповідь потребує додаткових даних;  
4) твердження є некоректним.

**10. Встановити відповідність між фізичними величинами та їх одиницями вимірювання:**

А). Статистична вага стану макросистеми.	1) $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ ; 2) $\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ ;
Б). Питома теплоємність речовини.	
В). Універсальна газова стала.	3) $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ; 4) $\text{К}$ ;
Г). Ентропія.	
Д). Модуль канонічного розподілу Гіббса.	5) безрозмірна величина.

- 1) А5, Б3, В2, Г1, Д4;  
2) А1, Б2, В3, Г4, Д5;  
3) А2, Б4, В3, Г5, Д1;  
4) А3, Б1, В5, Г2, Д4.

**11. Яке з наведених тверджень про статистичні розподіли Гіббса є вірним ?**

1) згідно КРГ макросистема у рівновазі більший час проводить у вузькій області фазового простору в околі  $E_{н.і.}$ , віддаляючись від неї дуже рідко;

2) КРГ і МКР доповнюють один одного за температурою та енергією і гранично за  $N \rightarrow \infty$  (тобто для макросистем) КРГ наближається до МКР. Інакше, канонічний розподіл ймовірностей станів має мала частина більшої системи з мікροканонічним розподілом;

**18. У чому полягає фізичний зміст характеристикних температур  $\theta_E$  та  $\theta_D$  квантових теорій теплоємності твердих тіл Ейнштейна і Дебая відповідно ?**

- 1) визначають температурну межу, за якою класична теорія теплоємності твердих тіл не спрацьовує, поступаючи своїм місцем квантовим уявленням;
- 2) визначають енергію Фермі;
- 3) визначають максимальну теплоємність твердого тіла;
- 4) визначають температуру плавлення твердого тіла.

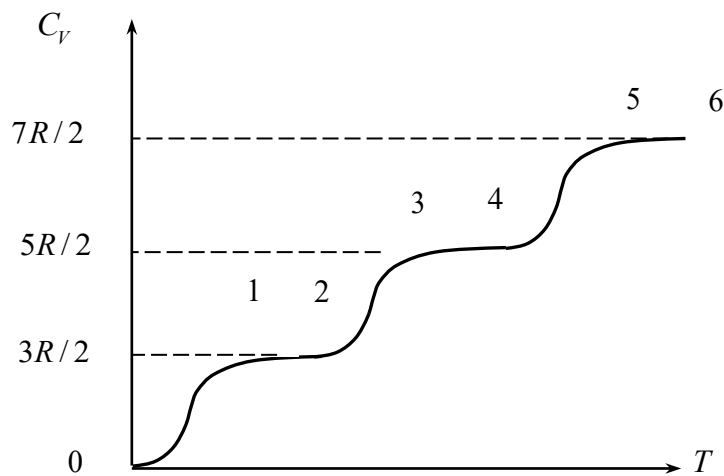


рис. 8. Теплоємність двохатомного газу

**19. На рисунку 8 представлений графік залежності теплоємності двохатомного газу від температури. Які ступені вільності молекул газу “працюють” у температурному інтервалі 3-4 ?**

- 1) поступальні;
- 2) обертальні й коливальні;
- 3) поступальні й обертальні;
- 4) поступальні й коливальні.

**20. Теплоємність твердого тіла:**

- 1) за низьких температур не залежить від температури;
- 2) за низьких температур пропорційна  $T^3$ ;
- 3) пропорційна  $T^3$  за високих температур, коли “працює” класична статистика;

## 8. ТЕОРЕТИЧНА ФІЗИКА І ФІЗИЧНА КАРТИНА СВІТУ. МЕТОДОЛОГІЯ ФІЗИКИ

**1. Розташувати фундаментальні фізичні теорії відповідно історії їх виникнення: 1) квантова механіка; 2) класична механіка Ньютона; 3) феноменологічна термодинаміка; 4) класична електродинаміка і спеціальна теорія відносності):**

- 1) 1234;
- 2) 2341;
- 3) 3412;
- 4) 4123.

**2. Поставити у відповідність властивості симетрії простору й часу з лівої колонки таблиці законам збереження у правій колонці.**

1. Однорідність часу.	А. Закон збереження імпульсу.
2. Однорідність простору.	Б. Закон збереження енергії.
3. Ізотропність простору.	В. Закон збереження моменту імпульсу.

- 1) 1А, 2Б, 3В;
- 2) 1Б, 2А, 3В;
- 3) 1В, 2А, 3Б;
- 4) 1Б, 2В, 3А.

**3. Що забезпечує цілісність атомів, молекул, макроскопічних тіл ?**

- 1) гравітаційні сили;
- 2) ядерні сили;
- 3) пружні сили;
- 4) електромагнітні сили.

**4. Яке з наведених тверджень стосовно фундаментальних наукових понять “простір – час” є вірним ?**

- 1) вони існують незалежно та поза свідомістю людини;
- 2) вони єдині, утворюючи чотиривимірний континуум;
- 3) вони абсолютні, тобто незалежні одне від одного;
- 4) вірними є відповіді 1 і 2.

**5. Реальний тепловий процес завжди є ...**

- 1) необоротним;
- 2) адіабатним;

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна:

1. Василевский А. С. Курс теоретической физики. Термодинамика и статистическая физика / А. С. Василевский. – М. : Дрофа, 2006. – 240 с.
2. Венгер Є. Ф. Основи статистичної фізики і термодинаміки / Є. Ф. Венгер, В. М. Грибань, О. В. Мельничук. – К. : Вища школа, 2004. – 255 с.
3. Королюк С. Л. Основи статистичної фізики та термодинаміки / С. Л. Королюк, С. В. Мельничук, О. Д. Валь. – Чернівці : Книги ХХІ, 2004. – 347 с.
4. Савельев И. В. Основы теоретической физики : в 2-х т. / И. В. Савельев. – СПб. : Лань, 2005. – Т.2: Квантовая механика. Статистическая физика. – 432 с.
5. Трофимова Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М. : Академия, 2006. – 560 с.
6. Федорченко А. М. Теоретична фізика : у 2 т. / А. М. Федорченко. – К. : Вища школа, 1992. – Т.1: Класична механіка і електродинаміка. – 535 с. – Т.2: Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика. – 1993. – 416 с.
7. Чолпан П. П. Фізика : підручник / П. П. Чолпан. – К. : Вища школа, 2004. – 567 с.
8. Школа О. В. Основи термодинаміки і статистичної фізики : навч. посібник / О. В. Школа. – Донецьк : Юго-Восток, 2009. – 374 с.
9. Шут М. І. Теоретична фізика. Програма навчальної дисципліни підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” напряму 6.040203 Фізика\* для студентів вищих педагогічних закладів освіти / М. І. Шут, О. В. Школа. – Бердянськ : БДПУ, 2014. – 70 с.

### Додаткова:

10. Ансельм А. И. Основы статистической физики и термодинамики / А. И. Ансельм. – М. : Просвещение, 1973. – 423 с.
11. Ахиезер А. И. Методы статистической физики / А. И. Ахиезер, С. В. Пелетминский. – М. : Наука, 1977. – 367 с.
12. Базаров И. П. Методологические проблемы статистической физики и термодинамики / И. П. Базаров. – М. : Изд-во МГУ, 1979. – 87 с.
13. Больцман Л. Избранные труды / Л. Больцман. – М. : Наука, 1984. – 590 с.
14. Булавін Л. А. Молекулярна фізика / Булавін Л. А., Гаврюшенко Д. А., Сисоев В. М. – К. : Знання, 2006. – 567 с.
15. Гиббс Дж. Термодинамика. Статистическая механика / Дж. Гиббс ; отв. ред. Д. Н. Зубарев. – М. : Наука, 1982. – 584 с.

16. Грищенко Г.П. Курс теоретичної фізики. Основні поняття статистичної фізики. – К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2005. – 43 с.
17. Єрмолаєв О.М. Вступ до статистичної фізики і термодинаміки. – Х.: ХНУ, 2004. – 516 с.
18. Казанський В. Б. Статистична фізика та термодинаміка : навч. посібник / В. Б. Казанський. – Харків, ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2008. – 142 с.
19. Киттель Ч. Статистическая термодинамика / Ч. Киттель. – М. : Наука, 1977. – 336 с.
20. Ландау Л. Д. Курс теоретической физики / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М. : Физматлит, 2002. – Т.5. Статистическая физика. – 616 с.
21. Левитов Л. С. Задачи по теоретической физике с решениями / Л. С. Левитов, А. В. Шитов. – М. : Физматлит, 2002. – 392 с.
22. Мазуренко Д. М. Задачі і вправи з теоретичної фізики / Д. М. Мазуренко, М. М. Альперин. – К. : Вища школа, 1978. – 184 с.
23. Мороз І. О. Теоретико-методичні засади вивчення термодинаміки і статистичної фізики в педагогічних університетах : монографія / І. О. Мороз. – Харків : ТОВ “Діса плюс”, 2012. – 382 с.
24. Опанасюк А. С. Сучасна фізична картина світу : навч. посібник / А. С. Опанасюк. – Суми : Вид-во СумДУ, 2005. – 328 с.
25. Осипов О. Ю. Статистична фізика в задачах / О. Ю. Осипов. – Запоріжжя : ЗДУ, 2002. – 49 с.
26. Статистическая физика и термодинамика : метод указ. к практ. занятиям / [сост. : В. И. Благовистная, С. Н. Меняйлов, В. П. Федына]. – К. : НАУ, 2002. – 56 с.
27. Ферми Э. Термодинамика / Э. Ферми. – Х. : Изд-во Харьковского ун-та, 1969. – 139 с.
28. Чалий О. В. Синергетичні принципи освіти та науки / О. В. Чалий. – К. : Знання, 2000. – 253 с.
29. Школа О. В. Основи статистичної фізики та термодинаміки. Збірник задач : навч. посібник / О. В. Школа. – Донецьк : Юго-Восток, 2008. – 168 с.
30. Шут М. І. Мова фізики : довідковий навч. посібник / Шут М. І., Бережний П. В., Касперський А. В. – К. : НПУ, 2000. – 37 с.
31. Яцишин В. П. Збірник задач з теоретичної фізики. Термодинаміка і статистична фізика / В. П. Яцишин, З. В. Поліщук. – К. : Вища школа, 1996. – 86 с.

*Навчальне видання*

**Школа Олександр Васильович**

**ТЕРМОДИНАМІКА І СТАТИСТИЧНА ФІЗИКА:  
збірник тестових завдань**

*Надруковано з оригінал-макету, наданого автором*

Підписано до друку 01.03.2016 р.  
Формат 60x90/16. Друк – цифровий  
Ум.-друк. арк. – 3,87. Обл.-вид. арк. 4,07.  
Тираж 100. Зам. № 163/1

---

Видавництво та друк Ткачук О. В.  
71110, Запорізька область, м. Бердянськ, вул. Кірова 52/49, 53.  
Тел. (097)918-66-41, (066)106-29-93; e-mail: Tizdat@gmail.com;  
<http://izdatelstvo.at.ua>.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції  
ДК № 3377 від 29.01.2009 р.