

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

1. Предмет і задачі молекулярної фізики і термодинаміки. Поняття про термодинамічну систему і основні методи її опису. Мікро- і макропараметри системи. Причини, що унеможливають опис газу подібно механічній системі. Об'єм (питомий об'єм), тиск, температура, їх одиниці вимірювання, розмірність. Емпіричні температурні шкали.
2. Ентропія ідеального газу: кількість теплоти, що отримує термодинамічна система в оборотному процесі, її геометрична інтерпретація на діаграмі T, S ; обчислення ентропії. Ентропія як функція стану ідеального газу. Ентропія ідеального газу в необоротному процесі (приклад розширення газу після видалення перегородки з $\frac{1}{2}$ об'єму на увесь об'єм).
3. Взаємодія рідин з поверхнею твердого тіла. Змочування. Капілярні явища. Висота піднімання рідини у циліндричних капілярних трубках. Вплив викривленої поверхні на тиск насиченої пари. Змочування та капілярні явища в природі та техніці.
4. Задача. Коефіцієнт теплопровідності гелію при $T=273$ К і тиску $1,013 \cdot 10^5$ Па дорівнює $0,143$ Вт/м·К. Визначити коефіцієнти дифузії і в'язкості за тих же умов.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

1. Рівняння стану термодинамічної системи. Термодинамічна рівновага системи. Поняття про процес. Рівноважні і нерівноважні процеси. Процес релаксації системи, час релаксації. Математичний апарат та наукові абстракції, що використовуються у курсі «Молекулярна фізика».
2. Політропні процеси. Виведення рівняння політропи ідеального газу. Показник політропи n . Залежність теплоємності C від показника політропи n . Значення n і C для ізопроцесів.
3. Порівняльна характеристика експериментальних ізотерм газу Ендрюса і розрахованих теоретично ізотерм газу Ван-дер-Ваальса. Метастабільний стан. Перегріта рідина та переохолоджена пара. Насичена пара.
4. Задача. Один моль двохатомного газу, що знаходиться при температурі $T_1=400$ К, розширюється спочатку ізотермічно від об'єму V_1 до об'єму $V_2=2V_1$, а потім адіабатно до об'єму $V_3=3V_1$. Визначити роботу, виконану газом на ділянках 1-2 і 2-3.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

1. Основні положення і експериментальне підтвердження молекулярно-кінетичної теорії. Відносна атомна і молекулярна маси. Атомна одиниця маси. Моль. Молярна маса. Число Авогадро. Кількість речовини. Маса і розміри молекул (приклад молекули води). Газоподібний, рідкий та твердий стани речовини з точки зору основних положень молекулярно-кінетичної теорії.
2. Термодинамічні функції (потенціали): внутрішня енергія, вільна енергія, ентальпія, термодинамічний потенціал Гіббса та їх диференціали. Фізичний зміст термодинамічних функцій. Загальні критерії термодинамічної стійкості.
3. Поняття про фази. Фазова рівновага. Фазові переходи першого та другого роду. Рівняння Клайперона-Клаузіуса. Випаровування та кипіння. Залежність тиску насиченої пари від температури. Фазові діаграми. Потрійна точка. Сублімація, плавлення та кристалізація твердих тіл.
4. Задача. Коефіцієнт внутрішнього тертя азоту при температурі 273 К дорівнює $1,68 \cdot 10^{-4}$ кг/м·с. Визначити середню довжину вільного пробігу молекул при нормальному тиску.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

1. Експериментальні газові закони: Бойля - Маріотта, Гей-Люссака, Шарля, Дальтона, Авогадро. Модель ідеального газу, навести оцінку середньої відстані між молекулами газу за нормальних умов та порівняти з діаметром простих молекул.
2. I закон термодинаміки. Внутрішня енергія термодинамічної системи, приріст внутрішньої енергії. Процеси, що можуть призводити до зміни внутрішньої енергії системи. Робота і теплота. Фізичний зміст, аналітична (інтегральна та диференціальна) форма запису та різні формулювання I закону термодинаміки. Експериментальне підтвердження I закону термодинаміки.
3. Дефекти у реальних кристалах. Механізми утворення точкових дефектів. Дифузія у твердих тілах. Крайові та гвинтові дислокації. Поняття про дислокаційний механізм пластичної деформації. Характер теплового руху у кристалах. Теплове розширення твердих тіл. Теплоємність твердих тіл.
4. Задача. Один моль одноатомного газу, що знаходиться при температурі $T_1=300$ К, стискається спочатку ізотермічно, так що тиск збільшується від p_1 до $p_2=2p_1$, а потім адіабатно до тиску $p_3=4p_1$. Визначити роботу на ділянках 1-2 і 2-3.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ІНІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

1. Ідеальний газ як модель найбільш простої статистичної системи. Рівняння стану ідеального газу: Клапейрона, Клапейрона-Менделєєва. Молярна газова стала. Стала Больцмана. Рівняння стану ідеального газу для тиску. Число Лошмідта.
2. Технічне значення ентропії. Ентропійна TS -діаграма (навести приклад для зміни агрегатного стану води). Умови оборотності процесів в тепловій машині, де робочим тілом є ідеальний газ; зміна ентропії і ККД в циклі Карно за наявності необоротного процесу. Способи підвищення ККД. Види термодинамічних циклів у техніці, приклади циклів на діаграмі T, S за наявності ізохорної або ізобарної ділянки оборотного процесу.
3. Загальні властивості кристалічних та аморфних твердих тіл. Основні характеристики кристалів. Полікристали. Монокристали. Щільно упаковані кристалічні решітки. Іонні кристали. Металічні кристали. Ковалентні кристали. Молекулярні кристали.
4. Задача. Швидкі нейтрони, потрапляючи в рідину, молекули якої містять водень, швидко сповільнюються до теплових швидкостей (300 м/с). Теплові нейтрони дифундують в рідині до тих пір, доки їх не захоплять ядра водню (протони). Ефективний переріз σ захоплення нейтронів протонами можна прийняти рівним 0,3 барн (1 барн = 10^{-28} м²). Нехтуючи захопленням нейтронів ядрами інших атомів, що входять до складу молекул, оцінити час життя теплових нейтронів у гексані: C_6H_{14} , $\rho = 0,71 \cdot 10^3$ кг/м³.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ІНІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

- 1 Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу (вивести). Молекулярно-кінетичне (статистичне) тлумачення тиску та температури. Навести значення середньоквадратичної швидкості хаотичного руху молекул газу (кисню, гелію) за нормальних умов. Поняття про абсолютний нуль температури.
2. Термодинамічні співвідношення та їх значення в фізиці. Приклад знаходження рівняння стану теплового випромінювання.
3. Загальні властивості та будова рідин. Подібність та відмінності властивостей реального газу і рідини. Густина та стисливість. Молекулярно-кінетична модель рідини. Близький та дальній порядки. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Кривизна поверхні і додатковий (лапласівський) тиск. Формула Лапласа
4. Задача. 6 моль водню знаходяться під тиском $p = 1$ МПа і температурі 300 К. При ізохорному нагріванні тиск збільшився на $\Delta p = 1,5$ МПа. Визначити зміну внутрішньої енергії.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

1. Статистичні ансамблі. Основні поняття теорії ймовірностей. Функція розподілу ймовірностей (густина ймовірностей). Обчислення середніх (за ансамблем) значень величин з використанням функцій розподілу. Поняття про фазовий простір швидкостей (v – простір). Функція розподілу ймовірності значень v та її вираз, отриманий Максвелом для молекул ідеального газу
2. Внутрішня енергія термодинамічної системи. Число ступенів вільності молекул. Теорема Больцмана-Максвелла про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності молекул. Середня енергія теплового руху молекул та внутрішня енергія ідеального газу (навести приклад для одного моля азоту за нормальних умов).
3. Теоретичні ізотерми газу Ван-дер-Ваальса. Критичний стан речовини. Рівняння Ван-дер-Ваальса в зведеній формі. Закон відповідних станів.
4. Задача. Швидкі нейтрони, потрапляючи в рідину, молекули якої містять водень, швидко сповільнюються до теплових швидкостей (300 м/с). Теплові нейтрони дифундують в рідині до тих пір, доки їх не захоплять ядра водню (протони). Ефективний переріз σ захоплення нейтронів протонами можна прийняти рівним 0,3 барн (1 барн = 10^{-28} м²). Нехтуючи захопленням нейтронів ядрами інших атомів, що входять до складу молекул, оцінити час життя теплових нейтронів у октані: C_8H_{18} , $\rho = 0,72 \cdot 10^3$ кг/м³.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

1. Розподіл Максвелла – молекул ідеального газу за модулем швидкості. Графік функції розподілу Максвелла. Виведення виразу для найбільш ймовірної швидкості молекул газу. Середня арифметична та середньоквадратична швидкості, оцінка їх значень для молекул азоту за звичайних умов.
2. Робота, що виконує тіло при зміні свого об'єму, оборотні термодинамічні процеси, геометрична інтерпретація роботи в оборотному процесі на діаграмі P, V . Застосування першого начала термодинаміки до ізопроцесів (ізохорного, ізобарного, ізотермічного): діаграма в координатах P, V , робота, приріст внутрішньої енергії, кількість теплоти. Фізичний зміст молярної газової сталої R
3. Молекулярно-кінетична інтерпретація явищ переносу в газах, оцінювальний підхід, загальне рівняння переносу. Дифузія, внутрішнє тертя (в'язкість), теплопровідність. Аналіз коефіцієнтів переносу, їх залежність від тиску та температури. Співвідношення між коефіцієнтами переносу. Ультрарозріджені гази (вакуум). Застосування знань про явища перенесення в техніці.
4. Задача. Кисень масою 80 г ізохорно нагріли від температури $T_1=300$ К до $T_2=400$ К. Визначити зміну внутрішньої енергії.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

1. Розподіл Максвелла – молекул ідеального газу за відносними швидкостями. Відносна кількість молекул для різних інтервалів швидкостей. Співвідношення між найбільш імовірною, середньою арифметичною та середньоквадратичною швидкостями молекул. Експериментальне підтвердження розподілу Максвелла.
2. II закон термодинаміки: різні формулювання та їх еквівалентність. Теплова машина, її устрій, ККД. Холодильна машина, її устрій, холодильний коефіцієнт. Цикл Карно ідеального газу: теорема Карно, цикл Карно на діаграмі $P-V$, обчислення роботи за цикл, виведення термічного ККД циклу Карно для діаграми P, V і діаграми T, S .
3. Загальна характеристика явищ переносу, поняття потоку величини. Емпіричні рівняння явищ переносу: дифузії – закон Фіка, теплопровідності – закон Фур'є, внутрішнього тертя (в'язкості) – закон Ньютона. Одиниці вимірювання та розмірності коефіцієнтів перенесення D , κ , η , їх фізичний зміст.
4. Задача. Вода масою 36 г знаходиться при температурі кипіння (атмосферний тиск нормальний). Визначити зміну внутрішньої енергії при повному викіпанні води. Питома теплота пароутворення води дорівнює 2,26 МДж/кг. Об'ємом рідкої води знехтувати.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
ННІ комп'ютерної фізики та енергетики

Спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали»

Семестр 1; форма навчання денна; рівень вищої освіти I (бакалавр); навчальна дисципліна «Молекулярна фізика»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № (10, 10, 10, 10)

1. Ідеальний газ у полі сили тяжіння Землі. Барометрична формула. Альтиметри. Розподіл Больцмана – молекул ідеального газу за значеннями потенціальної енергії у зовнішньому силовому полі. Досліди Перена.
2. Теплоємність термодинамічної системи (теплоємність фізичного тіла, питома теплоємність речовини, молярна теплоємність), її фізичний зміст, одиниці вимірювання. Класична теорія теплоємності ідеального газу. Рівняння Майера, його фізичний зміст. Навести значення питомої та молярної теплоємностей при постійному об'ємі і при постійному тиску для водню за звичайних умов. Розходження класичної теорії теплоємності ідеального газу з експериментом та їх причини.
3. Зіткнення між молекулами газу. Аналіз характеру взаємодії на прикладі двох молекул. Ефективний поперечний переріз зіткнення молекул, модель твердих пружних куль. Ефективний діаметр молекул. Середнє число зіткнень молекули за 1 с, середня довжина вільного пробігу молекул, середня відстань між молекулами, їх оцінка для азоту за нормальних умов.
4. Задача. Кисень масою 80 г ізохорно нагріли від температури $T_1=300$ К до $T_2=400$ К. Визначити зміну ентальпії.

Затверджено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій і екології
протокол № _____ від “___” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)