

VIII КИЇВСЬКИЙ МІЖНАРОДНИЙ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФЕСТИВАЛЬ

ОСОБИСТА ОЛІМПІАДА З ФІЗИКИ. 10-І КЛАСИ

Початковий рівень

(кожне завдання оцінюється в 1 бал, проте за неправильну відповідь Ви втрачаєте 2 бали)

1. У ліфті, який рухається рівносповільнено вниз з прискоренням a , людина пускає монету. Визначте прискорення монети відносно Землі.

- А 0 Б g В a Г $a + g$ Д $g - a$

2. Газ у посудині стиснули, виконавши роботу 25 Дж. Внутрішня енергія газу збільшилася на 30 Дж. Це означає, що газ: 1 — отримав теплоту, 2 — віддав теплоту.

- А 1 — 5 Дж Б 1 — 55 Дж В 2 — 5 Дж Г 2 — 55 Дж Д 1 — 10 Дж

3. Які сили в класичній механіці змінюють своє значення при переході з однієї інерціальної системи відліку в іншу?

- А гравітаційні Б сили потужності В сили тертя Г всі сили Д жодна з сил

4. Які прилади потрібні для визначення середньої кінетичної енергії молекул води в склянці?

- А лінійка Б секундомір В термометр Г мензурка Д барометр

5. Точковий заряд створює електричне поле, напруженість якого на відстані 10 см від заряду дорівнює 100 В/м. Якою буде напруженість поля в точці, яка віддалена від заряду на відстань 20 см?

- А 25 В/м Б 50 В/м В 100 В/м Г 200 В/м Д 400 В/м

6. Дві скляні трубки вставлені в склянки з різними рідинами. Порівняйте висоти h_1 і h_2 підняття рідин у трубках, якщо перша трубка має діаметр перерізу вдвічі менший за діаметр перерізу другої трубки і рідина в першій трубці має коефіцієнт поверхневого натягу вдвічі менший за коефіцієнт поверхневого натягу рідини в другій трубці. Змочування вважайте повним. Рідина мають однакові густини.

- А $h_2 = 2h_1$ Б $h_1 = h_2$ В $h_1 = 2h_2$ Г $h_1 = 4h_2$ Д $h_2 = 4h_1$

7. До джерела струму спочатку підключили резистор опором 8 Ом, а потім послідовно з ним ще один такий самий резистор. Під час підключення одного резистора сила струму через джерело була 2 А, а після підключення другого резистора стала 1,2 А. Обчисліть ЕРС джерела струму.

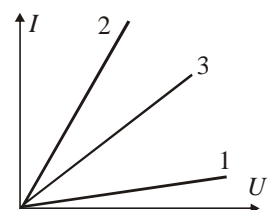
- А 16 В Б 24 В В 28 В Г 30 В Д 36 В

8. З яким прискоренням рухається електрон між пластинами плоского конденсатора, який заряджений до напруги 200 В? Відстань між пластинами 20 мм. Заряд електрона $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, маса електрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

- А $0,9 \cdot 10^8$ м/с² Б $1,2 \cdot 10^3$ м/с² В $1,4 \cdot 10^{10}$ м/с² Г $1,8 \cdot 10^{15}$ м/с² Д 0 м/с²

9. Порівняйте температури однакових напівпровідникових терморезисторів, вольт-амперні характеристики яких зображені на рисунку.

- А $T_1 < T_2 < T_3$ Б $T_1 > T_2 > T_3$ В $T_1 = T_2 = T_3$ Г $T_1 < T_3 > T_2$ Д $T_1 < T_2 > T_3$

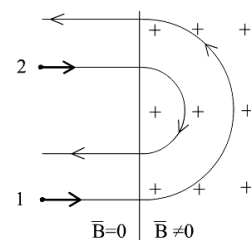


10. Як зміниться струм насичення в несамоствійному газовому розряді, якщо, не змінюючи дії зовнішнього іонізатора, зменшити відстань між електродами в газорозрядній трубці вдвічі?

А зменшиться у 4 р. Б зменшиться у 2 р. В не зміниться Г збільшиться у 2 р. Д збільшиться у 4 р.

11. На рисунку зображено траєкторії двох частинок з однаковими імпульсами в магнітному полі. Їх відмінність зумовлена різними: 1 — масами, 2 — швидкостями, 3 — модулями зарядів, 4 — знаками зарядів?

А 1, 2, 3, 4 Б 2, 3, 4 В 3, 4 Г 2, 4 Д 3, 1



12. Температуру газу в сталевому герметичному балоні підвищили в 2 рази. Як змінилася середня квадратична швидкість молекул газу?

А зменшилась у 2 р. Б не змінилась В збільшилась у $\sqrt{2}$ р. Г збільшилась у 2 р. Д збільшилась у 4 р.

Базовий рівень

(кожне завдання оцінюється в 3 бали; відповіді до задач цього рівня потрібно наводити в системі СІ, якщо інші одиниці вимірювання не зазначені в умові задачі)

13. З яким прискоренням почне спускатися тіло з похилої площини, якщо за прив'язану до тіла мотузку потягнути в горизонтальному напрямку з силою, що в 2 рази менша за силу тяжіння тіла? Висота похилої площини 3 м, її довжина 5 м. Коефіцієнт тертя 0,8. Прискорення вільного падіння вважати рівним 10 м/с^2 .

14. Жабка масою 100 г сидить на кінці дошки довжини 50 см і масою 900 г, що розміщена на гладенькій горизонтальній поверхні. Жабка стрибає під кутом 15° вздовж дошки. Якою має бути початкова швидкість жабки, щоб вона опинилася на іншому кінці дошки? Прискорення вільного падіння вважати рівним 10 м/с^2 .

15. Невелике тіло ковзає похилою площиною, що плавно переходить у мертву петлю з висоти 6 м. Радіус петлі 3 м. На якій висоті тіло відірветься від поверхні петлі? Висоту відраховуйте від нижньої точки петлі? Тертям знехтувати.

16. Густина одного газу під тиском 400 кПа дорівнює $1,6 \text{ кг/м}^3$. Другий газ масою 2 кг займає об'єм 10 м^3 під тиском 200 кПа. У скільки разів середня квадратична швидкість молекул другого газу більша, ніж у першого?

17. Газ розміщено в високому циліндрі під важким поршнем, який може рухатися без тертя. Площа поршня дорівнює 30 см^2 . Коли циліндр перевернули відкритим кінцем донизу, об'єм газу збільшився в 3 рази. Чому дорівнює маса поршня? Атмосферний тиск дорівнює 100 кПа. Прискорення вільного падіння вважати рівним 10 м/с^2 .

18. Деяка маса ідеального газу нагрівається при сталому тиску від 15°C до 65°C , поглинаючи при цьому 5 кДж тепла. Для нагрівання цього ж газу при сталому об'ємі при тих самих початковій та кінцевій температурах потрібно витратити 3,5 кДж тепла. Визначте об'єм (у літрах) цієї маси газу за температури 15°C та тиску 20 кПа.

19. Ідеальний одноатомний газ здійснює цикл, що складається з ізохоричного нагрівання, при якому тиск газу змінюється на 40%, потім ізобарного розширення. Потім газ повертається в початковий стан у процесі, в якому тиск змінюється прямо пропорційно до об'єму газу. Визначте ККД (у відсотках) цього циклу.

20. У двох вершинах рівностороннього трикутника зі стороною 12 см закріплені точкові заряди по 6 нКл кожний, а в третій вершині розміщено частинку масою 6 мг, що має заряд -30 нКл. Частинку відпускають, і вона починає рухатися. Чому дорівнює швидкість частинки в момент, коли вона пролітає точно між зарядами? Електрична стала $k = 9 \cdot 10^9$ м/Ф.

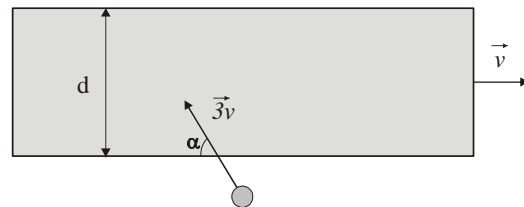
21. Всередині плоского конденсатора паралельно до його пластин розміщують діелектричну пластинку, площа якої дорівнює площі пластинок конденсатора, а товщина втричі менша за відстань між пластинками конденсатора. Чому дорівнює діелектрична проникливість пластинки, якщо ємність конденсатора збільшилася на 20%?

22. Тонка дротинка не плавиться при пропусканні крізь неї струму до 5 А. Яким буде критичний струм для дротинки, що виготовлена з того ж матеріалу, проте має діаметр у 4 рази більший? Кількість теплоти, що віддається за 1 с в оточуюче середовище, прямо пропорційна площі поверхні (при однаковій температурі).

Творчий рівень

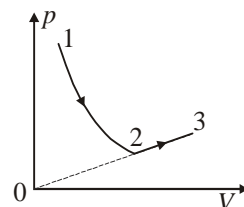
(кожне завдання оцінюється в 10 балів)

23. Стрічка горизонтального транспортера шириною d рухається з постійною швидкістю v . На стрічку потрапляє шайба з горизонтальною швидкістю $3v$, що напрямлена під кутом α ($\cos \alpha = \frac{2}{3}$) до краю стрічки.

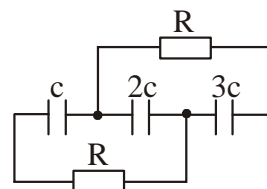


- 1) Чому дорівнює швидкість шайби (за модулем) відносно транспортеру на початку руху по ньому?
- 2) За якого максимального коефіцієнта тертя ковзання між шайбою та стрічкою шайба здолає транспортер?

24. Моль гелію розширюється з початкового стану 1 у кінцевий стан 3 у двох процесах. Спочатку розширення відбувається в процесі 1–2 з постійною теплоємністю $C = \frac{3R}{4}$ (R — універсальна газова стала). Потім газ розширяється в процесі 2–3, в якому його тиск прямо пропорційний до об'єму. Визначте роботу, виконану газом у процесі 1–2, якщо в процесі 2–3 він виконав роботу A . Температури початкового (1) та кінцевого (3) станів рівні.



25. Три конденсатори ємностями c , $2c$ і $3c$ з'єднані послідовно і приєднані до джерела з ЕРС $\mathcal{E} = 30$ В. Після зарядки конденсаторів їх від'єднали від джерела і водночас до них приєднали два резистори так, як зображено на рисунку. Яка кількість теплоти виділиться на резисторах, якщо $c = 3$ мкФ?



26. На нижню поверхню горизонтальної діелектричної пластини, що має товщину d і діелектричну проникність ϵ , нанесено провідне покриття. На верхню поверхню поміщено маленьку краплю ртуті, яка не змочує пластини. Крапля і провідне покриття утворюють конденсатор, до якого під'єднана батарея. За якої напруги батареї крапля почне розпливатися по поверхні пластини? Коефіцієнт поверхневого натягу ртуті σ .

VIII КИЕВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФЕСТИВАЛЬ

ЛИЧНАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ. 10-Е КЛАССЫ

Начальный уровень

(каждое задание оценивается в 1 балл, но за неправильный ответ Вы теряете 2 балла)

1. В лифте, который движется равнозамедленно вниз с ускорением a , человек отпускает монету. Определите ускорение монеты относительно Земли.

- А 0 Б g В a Г $a + g$ Д $g - a$

2. Газ в сосуде сжали, выполнив работу 25 Дж. Внутренняя энергия газа увеличилась на 30 Дж. Это значит, что газ: 1 — получил тепло, 2 — отдал тепло.

- А 1 — 5 Дж Б 1 — 55 Дж В 2 — 5 Дж Г 2 — 55 Дж Д 1 — 10 Дж

3. Какие силы в классической механике изменяют свое значение при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую?

- А гравитационные Б силы упругости В силы трения Г все силы Д ни одна из сил

4. Какие приборы нужны для определения средней кинетической энергии молекул воды в стакане?

- А линейка Б секундомер В термометр Г мензурка Д барометр

5. Точечный заряд создает электрическое поле, напряженность которого на расстоянии 10 см от заряда равна 100 В/м. Какой будет напряженность поля в точке, удаленной от заряда на расстояние 20 см?

- А 25 В/м Б 50 В/м В 100 В/м Г 200 В/м Д 400 В/м

6. Две стеклянные трубки вставлены в стаканы с разными жидкостями. Сравните высоты h_1 и h_2 поднятия жидкостей в трубках, если первая трубка имеет вдвое меньший диаметр, чем вторая трубка и жидкость в первой трубке имеет коэффициент поверхностного натяжения вдвое меньший коэффициента поверхностного натяжения жидкости во второй трубке. Смачивание считайте полным. Жидкости имеют одинаковые плотности.

- А $h_2 = 2h_1$ Б $h_1 = h_2$ В $h_1 = 2h_2$ Г $h_1 = 4h_2$ Д $h_2 = 4h_1$

7. К источнику тока сначала подключили резистор сопротивлением 8 Ом, а затем последовательно с ним еще один такой же резистор. Во время подключения одного резистора сила тока через источник была 2 А, а после подключения второго резистора стала равной 1,2 А. Определите ЭДС источника тока.

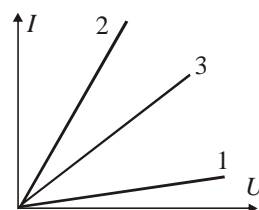
- А 16 В Б 24 В В 28 В Г 30 В Д 36 В

8. С каким ускорением движется электрон между пластинами плоского конденсатора, заряженного до напряжения 200 В? Расстояние между пластинами 20 мм. Заряд электрона $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

- А $0,9 \cdot 10^8$ м/с² Б $1,2 \cdot 10^3$ м/с² В $1,4 \cdot 10^{10}$ м/с² Г $1,8 \cdot 10^{15}$ м/с² Д 0 м/с²

9. Сравните температуры одинаковых полупроводниковых терморезисторов, вольт-амперные характеристики которых изображены на рисунке.

- А $T_1 < T_2 < T_3$ Б $T_1 > T_2 > T_3$ В $T_1 = T_2 = T_3$ Г $T_1 < T_3 > T_2$ Д $T_1 < T_2 > T_3$

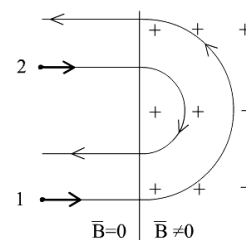


10. Как изменится ток насыщения в несамостоятельном газовом разряде, если, не изменяя действия внешнего ионизатора, уменьшить расстояние между электродами в газоразрядной трубке вдвое?

А уменьшится в 4 р. Б уменьшится в 2 р. В не изменится Г увеличится в 2 р. Д увеличится в 4 р.

11. На рисунке изображены траектории двух частиц с одинаковыми импульсами в магнитном поле. Их отличие обусловлено разными: 1 — массами, 2 — скоростями, 3 — модулями зарядов, 4 — знаками зарядов?

А 1, 2, 3, 4 Б 2, 3, 4 В 3, 4 Г 2, 4 Д 3, 1



12. Температуру газа в стальном герметичном баллоне повысили в 2 раза. Как изменилась средняя квадратичная скорость молекул газа?

А уменьшилась в 2 р. Б не изменилась В увеличилась в $\sqrt{2}$ р. Г увеличилась в 2 р. Д увеличилась в 4 р.

Базовый уровень

(каждое задание оценивается в 3 балла; ответы к задачам этого уровня нужно приводить в системе СИ, если в условии задачи не указаны другие единицы измерения)

13. С каким ускорением начнет опускаться тело по наклонной плоскости, если за привязанную к нему бечевку потянуть в горизонтальном направлении с силой, которая в 2 раза меньше силы тяжести тела? Высота наклонной плоскости 3 м, ее длина 5 м. Коэффициент трения 0,8. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

14. Лягушка массой 100 г сидит на конце доски длиной 50 см и массой 900 г, которая размещена на гладкой горизонтальной поверхности. Лягушка прыгает под углом 15° вдоль доски. Какой должна быть начальная скорость лягушки, чтобы она оказалась на другом конце доски? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

15. Небольшое тело скользит по наклонной плоскости, которая плавно переходит в мертвую петлю с высоты 6 м. Радиус петли 3 м. На какой высоте тело оторвется от поверхности петли? Высоту отсчитывайте от нижней точки петли? Трением пренебречь.

16. Плотность одного газа под давлением 400 кПа равна $1,6 \text{ кг/м}^3$. Второй газ массой 2 кг занимает объем 10 м^3 при давлении 200 кПа. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул второго газа больше, чем в первого?

17. Газ поместили в высокий цилиндр под тяжелым поршнем, который может двигаться без трения. Площадь поршня равна 30 см^2 . Когда цилиндр перевернули открытым концом вниз, объем газа увеличился в 3 раза. Чему равняется масса поршня? Атмосферное давление равно 100 кПа. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

18. Некоторая масса идеального газа нагревается при постоянном давлении от 15°С к 65°С , поглощая при этом 5 кДж тепла. Для нагревания этого же газа при постоянном объеме при тех же начальной и конечной температурах необходимо потратить 3,5 кДж тепла. Определите объем (в литрах) этой массы газа при температуре 15°С и давлении 20 кПа.

19. Идеальный одноатомный газ осуществляет цикл, который состоит из изохорического нагревания, при котором давление газа изменяется на 40%, затем изобарного расширения. Потом газ возвращается в начальное состояние в процессе, в котором давление изменяется прямо пропорционально объему газа. Определите КПД (в процентах) этого цикла.

20. В двух вершинах равностороннего треугольника со стороной 12 см закреплены точечные заряды по 6 нКл каждый, а в третьей вершине — частица массой 6 мкг , имеющая заряд -30 нКл . Частицу отпускают, и она начинает двигаться. Чему равна скорость частицы в момент, когда она пролетает точно между зарядами? Электрическая постоянная $k = 9 \cdot 10^9\text{ м/Ф}$.

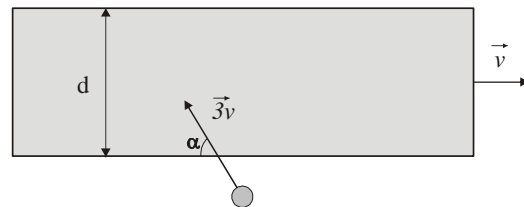
21. Внутри плоского конденсатора параллельно его пластинам размещают диэлектрическую пластинку, площадь которой равна площади пластин конденсатора, а толщина втрое меньше расстояния между пластинами конденсатора. Чему равна диэлектрическая проницаемость пластинки, если емкость конденсатора увеличилась на 20% ?

22. Тонкая проволока не плавится при пропускании сквозь нее тока до 5 А . Каким будет критический ток для проволоки, изготовленной из того же материала, но имеющей диаметр в 4 раза больший? Количество теплоты, которая отдается за 1 с в окружающую среду, прямо пропорционально площади поверхности (при одинаковой температуре).

Творческий уровень

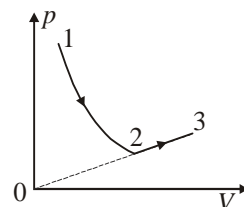
(каждое задание оценивается в 10 баллов)

23. Лента горизонтального транспортера шириной d движется с постоянной скоростью v . На ленту попадает шайба с горизонтальной скоростью $3v$, направленной под углом α ($\cos \alpha = \frac{2}{3}$) к краю ленты.

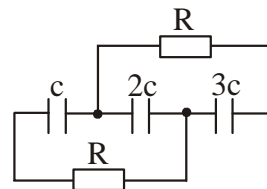


- 1) Чему равна скорость шайбы (по модулю) относительно транспортера в начале движения по нему?
- 2) При каком максимальном коэффициенте трения скольжения между шайбой и лентой шайба преодолет транспортер?

24. Моль гелия расширяется из начального состояния 1 в конечное состояние 3 в двух процессах. Сначала расширение происходит в процессе 1–2 с постоянной теплоемкостью $C = \frac{3R}{4}$ (R — универсальная газовая постоянная). Потом газ расширяется в процессе 2–3, в котором его давление прямо пропорционально объему. Определите работу, выполненную газом в процессе 1–2, если в процессе 2–3 он выполнил работу A . Температуры начального (1) и конечного (3) состояний равны.



25. Три конденсатора емкостями c , $2c$ и $3c$ соединены последовательно и подключены к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 30\text{ В}$. После зарядки конденсаторов их отсоединили от источника и в то же время к ним присоединили два резистора так, как изображено на рисунке. Какое количество теплоты выделится на резисторах, если $c = 3\text{ мкФ}$?



26. На нижнюю поверхность горизонтальной диэлектрической пластины толщиной d и диэлектрической проницаемостью ϵ , нанесено проводящее покрытие. На верхнюю поверхность помещена маленькая капля ртути, которая не смачивает пластину. Капля и проводящее покрытие образуют конденсатор, к которому подсоединена батарея. При каком напряжении батареи капля начнет расплываться по поверхности пластины? Коэффициент поверхностного натяжения ртути σ .