

## МЕХАНІКА

### Середній рівень

1. Мисливець стріляє у напрямку руху човна, в якому перебуває. Яку швидкість мав човен, якщо він зупинився після двох пострілів? Маса мисливця з човном 200 кг, маса заряду 20 г. Швидкість вильоту дробу й порохових газів 500 м/с.
2. Моток мідного дроту площею поперечного перерізу  $0,5 \text{ mm}^2$  має масу 1780г. Яка довжина дроту у мотку?
3. Яке доцентрове прискорення, період обертання, кутова та лінійна швидкість точок земної поверхні, на широті Києва ( $\phi_K=50^\circ 36'$ ) під час добового обертання Землі? Радіус Землі прийняти рівним 6400 км.
4. Два тіла рухаються вздовж прямої згідно з рівняннями:  $x_1 = 4 + 0,5t$ ;  $x_2 = 8 - 2t$ . Знайти місце і час зустрічі. Задачу розв'язати аналітично.
5. Залежність координати тіла від часу в одиницях SI має вигляд:  $X = 2+5t+3t^2$ . Визначте початкову координату тіла, початкову швидкість і напрям руху відносно вісі x. Через який час від початку руху його координата дорівнюватиме 10м? (Опишіть рух)
6. Моторний човен першу половину шляху рухався по озеру зі сталою швидкістю 3бкм/год, а другу – зі швидкістю 18км/год. Чому дорівнює середня швидкість моторного човна на всьому шляху?
7. Ширина річки 80м, швидкість течії  $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , швидкість плавця  $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Скільки часу витратить плавець, перетинаючи річку і рухаючись перпендикулярно берегу?
8. Важок масою 200г підняли на висоту 80 см. Важок з'єднано з пружиною динамометра невагомою ниткою. На скільки розтягнеться пружина динамометра при падінні бруска з цієї висоти? Жорсткість пружини  $80 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ ,  $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .
9. Трактор тягне причеп масою 4т з прискоренням  $2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ , коефіцієнт тертя 0,06. Яку силу тяги створює трактор? Вважатимемо  $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .
10. У фантастичному творі описано планету, радіус якої вдвічі більший від радіуса Землі, а маса менша в 4 рази. Яке прискорення вільного падіння біля поверхні цієї планети?
11. Як зміниться сила тертя ковзання між бруском і горизонтальною поверхнею, якщо на нього покласти такий самий брускок?

12. Яким є об'єм підвішеного до динамометра вантажу, якщо при зануренні вантажу під воду покази динамометра зменшилися на 5 Н? Вважайте, що  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
13. Автомобіль проїхав 72 км зі швидкістю 20 м/с, а потім ще 108 км – за 3 години. Яка середня швидкість на всьому шляху?
14. Під дією сили 4 Н пружина видовжилася на 0,2 дм. Якою є жорсткість пружини?
15. На деякій ділянці шляху швидкість тіла, що вільно падає, збільшилась від 7 м/с до 21 м/с. Знайти час, протягом якого відбулась зміна швидкості, і шлях, пройдений тілом за цей час.
16. Обчислити прискорення вільного падіння на Марсі, якщо його маса  $6 \cdot 10^{23}$  кг, а радіус 3300 км.
17. Автомобіль, рухаючись рівноприскорено з початковою швидкістю 14 км/год за 5 с проїхав шлях 128 м. Визначити прискорення автомобіля на цьому шляху та кінцеву швидкість.
18. Батискаф, маса якого 2000 кг та об'єм 1 м<sup>3</sup> занурився у воду на глибину 10 м. Яку роботу треба виконати, щоб підняти батискаф на висоту 5 м над поверхнею води? Чи дорівнює ця робота зміні потенціальної енергії батискафа? Густина води 1000 кг/м<sup>3</sup>.
19. На повороті при швидкості 20 м/с автомобіль рухається з доцентровим прискоренням 5 м/с<sup>2</sup>. Визначте радіус повороту.
20. Швидкість потягу протягом 10 с збільшилась з 36 км/год до 54 км/год. Далі 0,3 хв він рухався рівномірно. Визначити пройдений шлях і середню швидкість на всьому шляху.
21. Кінетична енергія парусного човна масою 2 т дорівнює 36 кДж. Знайти швидкість човна (1 вузол = 0,514 м/с).

### Достатній рівень

- Пробігаючи під час тренування 30 м – метрову дистанцію рівноприскорено спортсмен масою 70 кг збільшує швидкість бігу з 1 м/с до 9 м/с. Визначте середню силу, яку розвиває спортсмен під час бігу.
- Автомобіль масою 4 тони рухається в гору з прискоренням 0,2 м/с<sup>2</sup>. Знайти силу тяги двигуна, якщо схил становить 0,02, і коефіцієнт тертя 0,04.
- Камінь кинули вертикально вгору зі швидкістю 20 м/с. На якій висоті його кінетична енергія в 3 рази перевищує потенціальну енергію?
- Потяг відійшов від станції і протягом 15 с рухався рівноприскорено. Знайти шлях, пройдений потягом за цей час, і швидкість його в кінці

цього шляху, якщо відомо, що за 15-ту секунду потяг пройшов шлях на 2м більше, ніж за попередню.

5. За останню секунду вільного падіння тіло пролетіло  $\frac{3}{4}$  свого шляху. З якої висоти воно впало? Скільки часу воно падало? Прийняти  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .
6. Вісь нерухомого блока висить на динамометрі, через нерухомий блок перекинуто нитку до кінця якої прикріплено важки вагою 20Н і 30Н. Визначити показники динамометра. Вагою нитки, блока, тертям в блоці знехтувати, вважати  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .
7. На показових виступах на Київському Хрещатику влітку 2001 року спортивний автомобіль «Мак-ларен-Мерседес» зі старту розігнався до швидкості 100,44 км/год. Продовжуючи рухатися з тим же прискоренням, він за наступні 4,5 с досяг максимальної швидкості, перевищивши попередню у 2,5 рази. Через який час після старту та на якій відстані автомобіль досяг своєї максимальної швидкості?
8. Перші 5 с тіло рухалось рівномірно і прямолінійно зі швидкістю 4 м/с, а наступні 6 с – з прискоренням  $2 \frac{m}{s^2}$ , напрямленим так само, як і швидкість. Яким є переміщення тіла за весь час руху?
9. При швидкості 20м/с водій вимикає двигун і починає гальмування по горизонтальній ділянці дороги з коефіцієнтом тертя 0,2. Визначити час, через який зупиниться автомобіль, його прискорення та гальмівний шлях.
10. На тіло масою 5 кг, що перебувало у спокої, протягом 10 с діє сила 5 Н. Яку швидкість матиме тіло і який шлях воно пройде за цей час?
- 11.Ліфт піднімається рівноприскорено і за перші 10с руху проходить відстань 28м. На скільки збільшується при підйомі вага пасажира масою 80кг, який перебуває в цьому ліфті?
- 12.Рух тіла масою 2кг описується рівнянням  $x = 10 + 20t - 5t^2$ . Визначте кінетичну енергію тіла через 1с після початку відліку часу.
- 13.Тіло масою 0.1 кг, кинуте з висоти 20 м вертикально вниз зі швидкістю 20м/с. Визначити роботу по здоланню опору повітря.
- 14.Мисливець стріляє в напрямі руху човна, у якому перебуває. Яку швидкість мав човен, якщо він зупинився після двох пострілів? Маса мисливця з човном 200 кг, маса заряду 20 г. Швидкість вильоту дробу й порохових газів 500 м/с.

15. Автомобіль проїхав половину шляху зі швидкістю  $v_1 = 90$  км/год. Половину часу, що залишився, він їхав зі швидкістю  $v_2 = 20$  км/год, а останню ділянку – зі швидкістю  $v_3 = 40$  км/год. Знайдіть середню шляхову швидкість автомобіля.

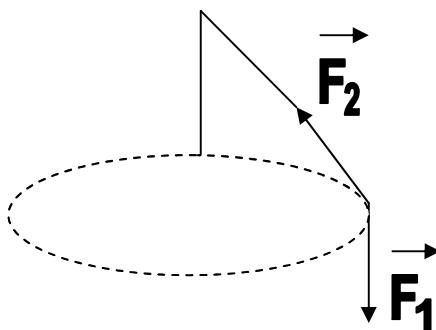
### Високий рівень

1. Тіло кинули вертикально вниз з початковою швидкістю 16м/с з висоти 120м. На якій висоті кінетична енергія тіла дорівнюватиме його потенціальній енергії? Опір повітря не враховувати.
2. До невагомої нерозтяжної нитки, перекинутої через нерухомий блок, підвішено вантажі 600 г і 1,4 кг. З яким прискоренням рухаються вантажі та чому дорівнює сила натягу нитки? Тертя в блоці відсутнє, масою блока можна знехтувати.
3. На гладенькому столі лежить вантаж масою  $m = 4\text{kg}$ . До вантажу прив'язали дві нитки, які перекинуті через нерухомі блоки, що розміщені на протилежних кінцях стола. До кінців підвішенні вантажі, маси яких  $m_1 = 1\text{kg}$ ,  $m_2 = 2\text{kg}$ . Знайти прискорення  $a$ , з яким рухається вантаж, і силу натягу кожної з ниток. Масою блоків і тертям знехтувати.
4. Дві кулі масами  $m_1 = 2\text{kg}$  і  $m_2 = 3\text{kg}$  рухаються на зустріч одна одній зі швидкостями  $V_1 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ,  $V_2 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Удар абсолютно пружний, центральний. Визначити напрямки і модулі швидкостей куль після удару.
5. Ліфт масою 500 кг піднімається з прискоренням  $0,5 \text{ m/s}^2$  на сталевому тросі. Якою має бути площа поперечного перерізу троса при запасі міцності рівному 10?
6. Через стінку заввишки  $H$  перекинута мотузка довжиною 1 так, що з обох боків стінки звисають однакові кінці і мотузка перебуває в рівновазі. В певний момент рівновага порушується і мотузка починає сповзати зі стінки. Визначте, через який час після повного сповзання мотузки зі стінки і початку вільного падіння центр мас мотузки доторкнеться до землі. Тертям мотузки по стінці знехтуйте.
7. Сила гравітаційного притягання між двома сталевими кулями становить  $5 \cdot 10^{-11}\text{N}$ , а відстань між її центрами - 2 м. Визначте об'єми куль, якщо їх маси відрізняються у 3 рази.
8. Дошка, маса якої 10кг, підперта на відстані  $1/4$  її довжини. Яку силу перпендикулярно до дошки треба прикласти до її короткого кінця, щоб

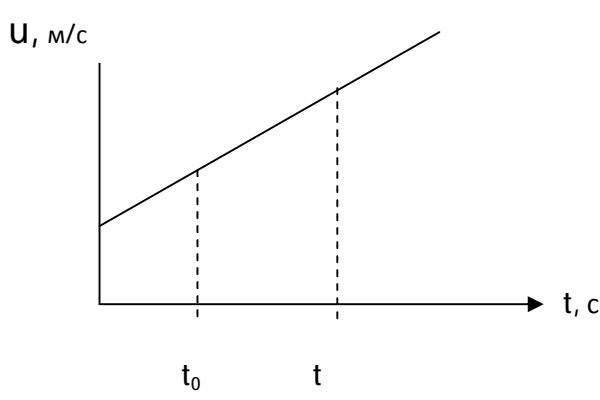
утримати дошку у рівновазі? якщо прикласти цю силу?

Якою буде сила реакції опори,

9. На рисунку схематично зображеній атракціон, який називається «гігантські кроки». На його «пасажира» діють дві сили:  $\vec{F}_1$  з боку землі і  $\vec{F}_2$  з боку каната. Куди напрямлена рівнодійна цих сил і чому вона дорівнює, якщо маса людини 70 кг, швидкість руху 3 м/с, а радіус колової траєкторії 10м?



10. Снаряд розірвався на два осколки: перший – масою 1,5кг полетів угору зі швидкістю 400м/с, а другий – масою 2,5кг полетів у горизонтальному напрямку зі швидкістю 320м/с. Визначте модуль швидкості снаряду перед розривом.



11. На рисунку подано частину графіка залежності проекції швидкості прямолінійного руху від часу. Визначте прискорення руху, відстань, яку пройде тіло за 4с, при початковій швидкості 5м/с. Знайти середню швидкість, якщо  $u=25$  м/с.

12. До аеростату масою  $m_1$  який вільно завис у повітрі, прив'язана мотузкова драбина  $l$ , на нижньому щаблі якої знаходиться людина. Визначити масу людини якщо вона, піднявшись до кінця драбини змістилася відносно поверхні Землі на  $0.9l$ .

13. Десять курсантів, що біжать з однаковою швидкістю, один за одним стрибають у візок. Спочатку візок був нерухомим, після стрибка першого курсанта він набув швидкості 1 м/с, після стрибка другого – швидкості 1,67 м/с. Якою стане швидкість візка, коли в нього стрибнуть усі курсанти? Тертя візка об дорогу не враховувати, усіх курсантів вважати одинаковими.

14. Ескалатор метро опускає людину, яка йде по ньому вниз, за 2 хв. Якщо людина буде йти втрічі швидше, те ескалатор її опустить за 1 хв. За який час опуститься людина, яка стоїть на ескалаторі?
15. Людина масою 70 кг піdnмається по сходах з відром води об'ємом 10 л, а іншим разом – з двома такими відрами. Як змінився ККД організму людини?

**ОСНОВИ МКТ ІДЕАЛЬНОГО****ГАЗУ. ТЕРМОДИНАМІКА***Середній рівень*

1. Яка кількість атомів міститься у алюмінієвому злитку масою 3,7кг?
2. Визначіть середню кінетичну енергію та середню квадратичну швидкість поступального руху атомів Аргону при температурі 500К.
3. Визначити середню квадратичну швидкість молекул газу, густина якого при тиску  $p = 50\text{кПа}$  становить  $4,1 \cdot 10^{-2} \text{ кг}/\text{м}^3$ .
4. Газ, який займає об'єм 20л за нормальних умов, було ізобарно нагріто до  $80^\circ\text{C}$ . Визначити роботу розширення газу.
5. Чому дорівнює об'єм повітря масою 0,029 кг за нормальних умов?
6. Знайти середню кінетичну енергію поступального руху молекул газу при температурі 300 К ?
7. На яку висоту підніметься вода при температурі  $20^\circ\text{C}$  в скляній капілярній трубці, внутрішній діаметр якої 2мм? Змочування вважати повним.
8. При ізохорному нагріванні газ отримав кількість теплоти 2 кДж. На скільки збільшилася його внутрішня енергія ?
9. В тепловій машині, ККД якої 30%, газ віддав холодильнику 10 кДж теплоти. Яку кількість теплоти отримав газ від нагрівача ?
10. Скільки кам'яного вугілля потрібно спалити, щоб дістати таку саму кількість енергії, скільки її виділиться в результаті згорання бензину об'ємом  $6 \text{ м}^3$  ?
11. Гумова камера містить повітря при температурі  $t=27^\circ\text{C}$  і нормальному атмосферному тиску. На яку глибину слід занурити камеру у воду, щоб її об'єм зменшився вдвічі? Зміною температури знехтувати.
12. Кисень займає об'єм  $0,2\text{м}^3$  при температурі 300К і тиску  $3 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . Якою є маса кисню та кількість його молекул в цьому стані?
13. Визначте середню кінетичну енергію поступального руху частинок одноатомного газу при температурі 300 К.
14. У якому відношенні слід взяти об'єми спирту й бензину, щоб теплота згорання суміші цих речовин дорівнювала  $6,2 \times 10^7 \text{ Дж}$ ?
15. Знайти ККД ідеальної парової турбіни, якщо пара потрапляє до неї з температурою  $480^\circ\text{C}$ , а оставляє при температурі  $30^\circ\text{C}$  ?
16. Для приготування ванни в місткостю 200 л змішали холодну воду при  $10^\circ\text{C}$  з гарячою при  $t = 60^\circ\text{C}$ . Який об'єм тої і другої води треба взяти, щоб температура суміші була  $40^\circ\text{C}$ ?
17. При ізобарному нагріванні 0,04 кг кисню його температура змінилася на  $6^\circ\text{C}$ . Яку кількість теплоти отримав газ?

18. При ізохорному нагріванні газ отримав кількість теплоти 2 кДж. На скільки збільшилась його внутрішня енергія?
19. У посудині знаходиться неон масою 1,25 кг. При нагріванні його температура змінилася на  $4^{\circ}\text{C}$ . Визначити зміну внутрішньої енергії неону.
20. Тіло масою 5кг падає з висоти 3м. На скільки збільшилась внутрішня енергія тіла (втрату енергії в навколоишньому середовищі до уваги не брати)?
21. Визначити масу молекули водню.
22. Рідина, що має поверхневий натяг 0,07 Н/м, піднімається на висоту 13,5 мм, у капілярі з внутрішнім діаметром 2 мм. Яку густину має ця рідина? Змочування вважайте повним.
23. Кисень займає об'єм  $0,2 \text{ м}^3$  при температурі  $300 \text{ K}$  і тиску  $3 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . Якою є маса тиску?

### Достатній рівень

- Повітря з рентгенівських трубок відкачується до тиску  $2,0 \text{ мкПа}$  при температурі  $18^{\circ}\text{C}$ . Скільки молекул повітря ще знаходиться в  $1 \text{ см}^3$  рентгенівської трубки?
- Газ при температурі  $33^{\circ}\text{C}$  займає об'єм V. До якої температури його слід ізобарно охолодити, щоб об'єм дорівнював  $0,67V$ ?
- Тиск газу збільшився вдвічі об'єм зменшився в 3 рази, а абсолютна температура зменшилася на 20%. Чи змінилася маса газу? Якщо так, то на скільки відсотків?
- Скільки ртуті увійде в скляний балончик об'ємом  $5 \text{ см}^3$ , нагрітий до  $t_1=400^{\circ}\text{C}$ , при його охолодженні до  $t_2=16^{\circ}\text{C}$ , якщо густина ртуті при  $t=16^{\circ}\text{C}$  дорівнює  $r=13,6 \text{ г/см}^3$ ?
- Маса 10 г кисню знаходиться при тискові  $300 \text{ кПа}$  і температурі  $10^{\circ}\text{C}$ . Після ізобарного нагрівання газ зайняв об'єм 10 л. Визначити кількість теплоти, переданої газу, зміну внутрішньої енергії газу та виконану ним роботу при розширенні.
- Балон містить стиснутий газ при температурі  $27^{\circ}\text{C}$  і тиску  $4 \cdot 10^6 \text{ Па}$ . Яким стане тиск, якщо з балона випустили половину газу, а температуру зменшили до  $12^{\circ}\text{C}$ ?
- Скільки молекул знаходиться в  $1\text{см}^3$  повітря при нормальних умовах?
- Яку кількість теплоти має отримати повітря масою 5 кг із початковою температурою  $17^{\circ}\text{C}$ , щоб при ізобарному розширенні його об'єм збільшився вдвічі?

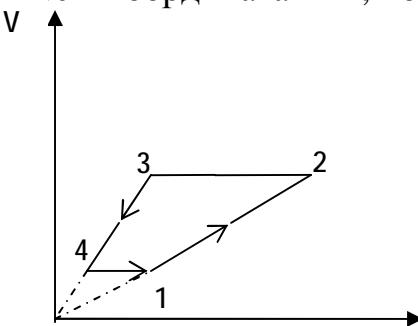
9. На катері встановлено двигун потужністю 80 кВт із ККД 30%. На скільки кілометрів шляху вистачить 1т бензину при швидкості руху 20 км/год ?
- 10.Дві лінійки(одна мідна, друга залізна) накладені одна на одну так, що вони співпадають одними кінцями. Визначити довжини лінійок при  $0^{\circ}\text{C}$ , якщо відомо, що різниця їх довжин складає  $\Delta l=1$  см при будь-якій температурі.
- 11.Піпетки з діаметрами 1,2мм та 0,8мм містять рівні кількості однієї і тієї ж рідини. У якій з піпеток утвориться більше крапель і у скільки разів?
- 12.Розрахувати кількість речовини і кількість молекул, що містить балон з киснем об'ємом 50 л при температурі  $27^{\circ}\text{C}$  і тиску 10 МПа.
- 13.Оцінити кількість молекул повітря у кімнаті.
- 14.На скільки зменшилась маса повітря у кубрику об'ємом  $50 \text{ m}^3$  внаслідок підвищення температури на  $11^{\circ}\text{C}$ , якщо початкова температура становила  $16^{\circ}\text{C}$ ; атмосферний тиск весь час був нормальним.
- 15.Двигун катера розвиває потужність 10 кВт при швидкості руху 5 вузлів. На який шлях йому вистачить 10 л бензину, якщо ККД двигуна 20%.
- 16.У калориметрі міститься 0,5 кг води при  $16^{\circ}\text{C}$ . У нього впускають 20г водяної пари при  $100^{\circ}\text{C}$ . Визначте, до якої температури нагрівається вода в результаті конденсації пари.
- 17.ККД теплового двигуна 30%. Його робоче тіло – газ – отримало від нагрівника кількість теплоти 10 кДж. Вичисліть температуру нагрівника, якщо температура холодильника  $20^{\circ}\text{C}$ . Яку кількість теплоти робоче тіло віддало холодильнику?
- 18.У камері згорання двигуна, що працює на суміші кисню з воднем, утворюється гаряча водяна пара, тиск якої  $8,32 \times 10^7 \text{ Pa}$ . Маса пари 180г. Об'єм камери згорання  $0,002 \text{ m}^3$ . Визначте максимальний ККД двигуна, якщо пара викидається при температурі 1000 К.
- 19.Газ, який займає об'єм 20л за нормальніх умов, було ізобарно нагріто до  $80^{\circ}\text{C}$ . Визначити роботу розширення газу.
- 20.В балоні об'ємом  $V=10$  л знаходиться гелій під тиском  $p_1=1$  МПа при температурі  $T_1=300$  К. Після того, як з балона вийшло  $m=10$  г гелію, температура в ньому зменшилась до  $T_2=290$  К. Визначити тиск гелію, який залишився в балоні.
- 21.Визначити кількість іонів у  $1 \text{ m}^3$  алюмінію (у твердому стані).

22. При температурі 280К і тиску  $4 \times 10^5$  Па газ займає об'єм 0,1 м<sup>3</sup>.

Яка робота виконується над газом по збільшенню його об'єму, якщо температура збільшилась до 420 К при постійному тиску?

### Високий рівень

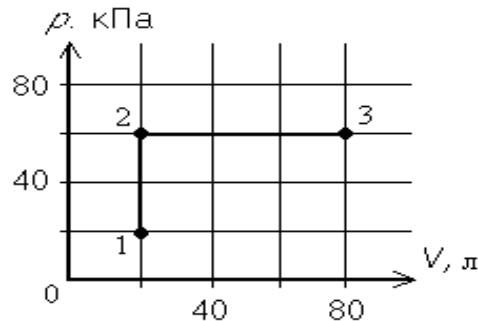
- Двигун мопеда розвиває потужність 3,3кВт при швидкості 60км/год. На який шлях вистачить 3,4л бензину, якщо ККД двигуна 21% ?
- В алюмінієвий калориметр масою 300 г поклали шматок льоду. Температура калориметра і льоду -15 °C. Через калориметр пропустили певну кількість водяної пари при температурі 100 °C. Після цього температура суміші в калориметрі стала 25 °C, а її маса 500 г. Яка кількість пари сконденсувалась і скільки льоду було в калориметрі?
- Яка кількість енергії вільної поверхні рідини звільниться, коли деяка кількість водяних крапель радіусом  $2 \cdot 10^{-6}$ м зіллеться в одну велику краплю радіусом  $2 \cdot 10^{-3}$ м?
- Деяка кількість ідеального газу здійснює замкнутий процес 1-2-3-4-1, який зображене на графіку залежності об'єму від температури. Зобразіть цей процес в координатах РТ, позначивши відповідні точки.



- Дві кульки однакової маси, мідну та айтінієву, скинуто з висоти 1000м. Яка з них нагрівається більше і на скільки? Втрати тепла не враховувати.
- У посудину, що містить 2,8кг води при 20°C, кидають сталеву деталь, що віддає  $4,6 \cdot 10^6$  Дж енергії. Вода нагрівається до 100°C і частково випаровується. Визначити масу води, що перетворилася в пару. Теплоємністю посудини можна знехтувати.
- Розрахувати, яку максимальну роботу в принципі можна отримати, використавши великий айсберг об'ємом 10 км<sup>3</sup> як тепlopriймач, а воду океану при температурі 27°C як нагрівач. Який може бути ККД пристрою, за допомогою якого можна отримати роботу при здійсненні цього проекту?
- На дно теплоізольованої циліндричної посудини поклали шматок льоду масою m при температурі 0°C і міцно прикріпили його до дна. Потім

цей лід залили водою такої самої маси т. Вода повністю покрила лід і досягла рівня  $H=20$  см. Визначить, якою була температура цієї води. Якщо після встановлення теплової рівноваги рівень її опустився на  $h=0.4$  см. Густина води і льоду відповідно дорівнюють  $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$  і  $920 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Питома теплоємність води  $c=4200 \text{ Дж}/\text{кг}^\circ\text{C}$ , питома теплота плавлення льоду  $=330 \text{ кДж}/\text{кг}$ .

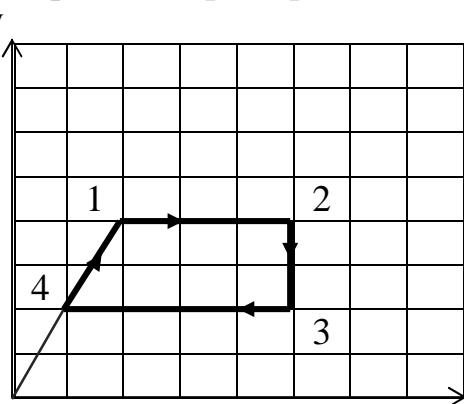
9. У балоні міститься 48 г кисню і 66 г вуглекислого газу при температурі  $7^\circ\text{C}$  і під тиском 3 МПа. Визначити густину суміші.
10. Визначити найбільшу масу льоду, який можна розплавити за допомогою 1 кг водяної пари при температурі  $100^\circ\text{C}$ .
11. Горизонтальний циліндр довжиною 1 м розділений двома поршнями на три секції. З циліндра відкачують повітря і вводять у секції, відповідно, 8г водню, 4г гелію і 80г метану. Визначте, якими будуть довжини секцій після встановлення рівноваги.
12. Яку кількість теплоти отримав одноатомний ідеальний газ в ході процесу, який вказано на рисунку?



13. В озеро, яке має середню глибину 10м і площа поверхні  $20 \text{ км}^2$ , кинули кристалик кухонної солі масою 0,01г. Скільки молекул цієї солі було у наперснику води об'ємом  $2 \text{ см}^3$ , взятій з озера, якщо вважати, що сіль, розчинившись, рівномірно розподілилась у всьому об'ємі води?
14. У калориметрі змішують три рідини, які хімічно не взаємодіють, масою:  $m_1 = 1 \text{ кг}$ ,  $m_2 = 10 \text{ кг}$ ,  $m_3 = 5 \text{ кг}$ , відповідно з температурами  $6^\circ\text{C}$ ,  $-40^\circ\text{C}$ ,  $60^\circ\text{C}$  і питомими теплоємностями  $2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ,  $4000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ,  $2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ . Визначити температуру  $q$  суміші і кількість теплоти, потрібну для наступного нагрівання суміші до  $t = 6^\circ\text{C}$ .
15. Нагріваючи в котлі 3000 л води, спалили 40 кг кам'яного вугілля. До якої температури нагрілася вода, коли початкова температура її дорівнювала  $10^\circ\text{C}$ , а ККД топки 60%?
16. Відбійний молоток МО-6 працює при тиску  $6 \times 10^5 \text{ Па}$ , об'єм робочої камери  $10 \text{ см}^3$ . Яку масу повітря використовує молоток за один удар.

17. У кисневій подушці знаходиться 140г кисню при температурі 15°C. Під дією сонячних променів кисень у подушці нагрівся до 37°C. Скільки грамів газу потрібно випустити з подушки, щоб його тиск прийняв попереднє значення.

18. Побудуйте графіки процесу, що відбувається з даною масою ідеального газу (мал.1) у координатах  $p, V$  і  $p, T$ .



## ЕЛЕКТРОСТАТИКА

### Середній рівень

1. Яка сила діє на заряд 12 н Кл, розміщений у точці, в якій напруженість електричного поля дорівнює 2 кВ/Н?
2. Напруженість поля між двома горизонтальними пластинами дорівнює  $9 \cdot 10^4$  Н/Кл. В полі цих пластинок зависла заряджена пилинка масою  $3,6 \cdot 10^{-7}$  г. Який заряд пилинки?
3. Потенціал провідної кулі радіусом 10 см дорівнює 3 кВ. Визначити потенціал поля кулі в точці віддаленій на 5 см від її поверхні.
4. В однорідному електричному полі, напруженість якого 1 кВ/м, перемістили на 2 см в напрямі силової лінії заряд – 25 н Кл. Визначити роботу поля, зміну потенціальної енергії взаємодії заряду з полем і різницю потенціалів між початковою і кінцевою точками переміщення.
5. Визначить силу кулонівської взаємодії двох електронів, що знаходяться на відстані 1 м.
6. На якій відстані один від одного заряди по 1 мкКл та 10 н Кл взаємодіють із силою 9 мН?
7. Як сила діє на заряд 12 н Кл, розташований у точці, у якій напруженість електричного поля  $10 \frac{kB}{m}$  ?
8. Два однакові точкові заряди по 300 н Кл розташовані на відстані 60 см один від одного. Визначити напруженість поля в точці, що знаходиться на відстані 50 см від кожного з зарядів.
9. Електрична іскра в повітрі виникає при напруженості поля  $3 \cdot 10^6$  В/м. При якій напруżі виникне іскра в повітряному конденсаторі, відстань між пластинами якого дорівнює 1 мм?
10. Під час перенесення з точки А в точку В заряду 4 мкКл виконується робота 40 мДж проти қулонівських сил. Яка різниця потенціалів між точками А і В?
11. Яку швидкість має електрон, що пройшов різницею потенціалів 100 В у вакуумі?
12. Дві кульки, розташовані на відстані 10 см одна від одної мають однакові негативні заряди і взаємодіють із силою 0,23 м Н. Знайти число «надлишкових» електронів на кожній кульці.
13. На якій відстані у вакуумі два однакові точкові заряди по 1 мкКл взаємодіють між собою із силою 0,9 Н?

14. Визначити потенціал електричного поля, створеного зарядом  $10^{-7}$  Кл на відстані 4м.
15. Як зміниться енергія електричного поля зарядженого конденсатора, якщо напругу між його обкладками збільшити в 4 рази

### Достатній рівень

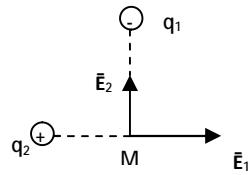
1. З яким прискоренням рухається електрон у полі, напруженість якого становить  $13\text{кН/Кл}$ ?
2. При введені в простір між пластинами повітряного конденсатора твердого діелектрика напруга на конденсаторі зменшилася з 400 до 50В. Яка діелектрична проникливість діелектрика?
3. На скільки зміниться кінетична енергія заряду 1нКл при його русі під дією поля точкового заряду  $1\text{мкКл}$  з точки віддаленої на 3см від заряду у точку, що відстоїть на відстані 10см від заряду.
4. Якої маси повинна бути порошина, щоб перебувати в полі плоского конденсатора в стані рівноваги, якщо напруженість поля  $15 \cdot 10^4$  В/м, а на порошині знаходиться 2062 електронів?
5. Дві однакові провідні кульки із зарядами  $-1,5 \cdot 10^{-7}$  Кл і  $2,5 \cdot 10^{-7}$  Кл торкнули і розвели на 5см. Визначить силу взаємодії між кульками.
6. Дві невеликі однакові металеві кульки, що перебували в повітрі і мали заряди  $+20,4$  мкКл і  $-0,4$  мкКл, привели в контакт і розвели на відстань 10 см одна від одної. З якими силами вони взаємодіють?
7. У однорідному електричному полі в вакуумі знаходиться порошинка масою , що має заряд  $-1,6 \cdot 10^{-11}$  Кл. Якою має бути за модулем та напрямом напруженість поля, щоб порошинка перебувала в рівновазі?
8. Конденсатор невідомої ємності С зарядили до напруги 200 В. Потім його з'єднали паралельно з незарядженим конденсатором ємністю 5 мкФ. При цьому напруга на першому конденсаторі зменшилася на 50 В. Визначить ємність С.
9. Два однакові точкові заряди по  $300\text{nКл}$  розташовані на відстані 60см один від одного. Визначить напруженість поля в точці, що знаходиться на відстані 50см від кожного з зарядів.
10. Крапля масою 0,0001 г знаходиться в рівновазі без опори в однорідному електричному полі з напруженістю 98 В/м. Визначити модуль електричного заряду краплі.
11. Дві кулі мають маси по 10 кг. Яких однакових зарядів необхідно надати цим кулям, щоб кулонівське відштовхування зрівноважило

гравітаційне притягання? Відстань між кулями велика порівняно з їхніми радіусами.

12. Заряди 90 нКл та 10 нКл розміщені на відстані 4 см один від одного.

Визначте, де потрібно розташувати третій заряд, щоб сили, які діють на нього з боку інших двох зарядів, були однакові за модулем і протилежні за напрямом.

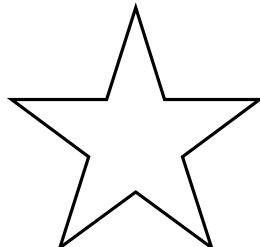
13. Визначити напруженість результуючого електричного поля в точці  $M$ , якщо напруженості полів, створених зарядами  $q_1$  і  $q_2$  в цій точці, дорівнюють  $E_1 = 64$  В/м і  $E_2 = 36$  В/м.



### Високий рівень

- Яка поверхнева густина заряду металевої кулі радіусом 3,9 см, якщо потенціал кулі  $6,3 \cdot 10^3$  В?
- Дві однакові металеві заряджені кульки знаходяться на відстані 10 см одна від одної. Сила відштовхування кульок 30 мкН. Після дотику та віддалення кульок на початкову відстань сила відштовхування стала рівною 90 мкН. Визначить заряди кульок перед дотиком.
- Нейтральна порошинка масою  $10^{-11}$  г втратила 20 електронів. Вона знаходиться в рівновазі між горизонтальними пластинами конденсатора. Якою є відстань між пластинами, якщо напруга на конденсаторі дорівнює 150 В?
- У плоский конденсатор, довжина пластин якого 5 см, влітає паралельно пластинам електрон з кінетичною енергією  $4,6 \cdot 10^{-17}$  Дж. Напруга на пластинах 5 В, відстань між пластинами 6 мм. На яку відстань зміститься електрон від початкової траєкторії при вильоті з конденсатора?
- У скільки разів зміниться енергія поля зарядженого конденсатора, якщо простір між пластинами конденсатора заповнити маслом? (для масла  $\epsilon = 2,5$ , для повітря  $\epsilon = 1$ ) Розглянути варіанти:
  - конденсатор відключено від джерела напруги;
  - конденсатор залишається підключеним до джерела постійного струму
- Під час виготовлення конденсатора, ємність якого 200 пкФ, на пропарафінований папір завтовшки 0,2 мм наклеюють з обох боків кружки алюмінієвої фольги. Який діаметр повинні мати кружки?

7. Дві однакові кульки масою по 0,2г кожна підвішені на нитках завдовжки 50см. Після надання кулькам однакових зарядів, вони відхилились на відстань 10см. Визначити заряди, які були передані кулькам.
8. Накреслити лінії найбільшої напруженості електричного поля?

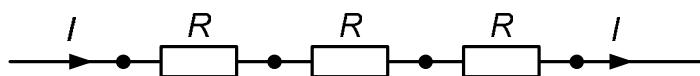


9. При збільшенні напруги, поданої на конденсатор, ємністю 20 мкФ, удвічі, енергія поля зросла на 0,3 Дж. Знайти початкові значення напруги й енергії поля.
10. У двох вершинах рівностороннього трикутника зі сторонами завдовжки 50 см знаходяться два однакові позитивні заряди по 2 мКл. Визначити модуль вектора напруженості результуючого електричного поля у третій вершині. Заряди перебувають у вакуумі.
11. Чотири однакові заряди  $q$  розміщені у вершинах квадрата. Який заряд протилежного знаку треба помістити у центр квадрату, щоб вся система зарядів знаходилась у рівновазі.

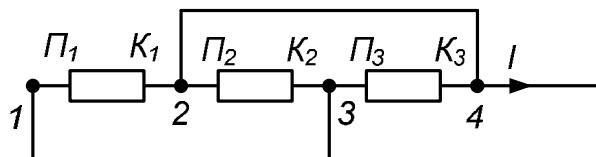
## ЗАКОНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

### Середній рівень

- До кінців провідника опором  $10^3 \Omega$  прикладена напруга  $2V$ . Який заряд проходить через поперечний переріз провідника за  $5$  секунд?
- ЕРС джерела дорівнює  $120V$ . При зовнішньому опорі  $49 \Omega$  сила струму в колі дорівнює  $2,6 A$ . Визначити внутрішній опір джерела і спад напруги на ньому.
- По провіднику протікає струм силою  $10 A$ . Знайдіть масу електронів, що проходять через поперечний переріз цього провідника за  $1$  годину.
- При проходженні заряду  $20 C$  по провіднику опором  $0,5 \Omega$  електричний струм виконав роботу  $100 J$ . Скільки часу існував струм у провіднику?
- Чому дорівнює електричний опір мідного провідника довжиною  $100 m$  з площею поперечного перерізу  $0,25 mm^2$ ? (Питомий опір міді  $1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ).
- Напруга на кінцях провідника  $5V$ . Яка сила струму тече в провіднику, якщо за  $40s$  виконана робота  $500J$ ? Який заряд пройшов по провіднику за цей час?
- Три одинакових резистори, опором  $R$  кожний, сполучені послідовно (мал. 4,а). Чи зміниться опір кола, якщо замкнути накоротко точки  $1$  і  $3, 2$  і  $4$  (мал. 4,б)?

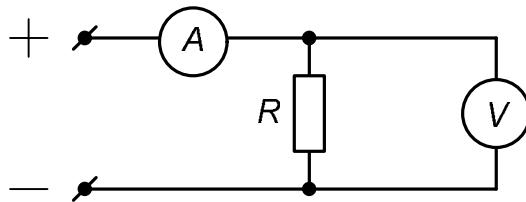


Малюнок 4,а



Малюнок 4,б

- Межу вимірювання міліамперметра з внутрішнім опором  $3 \Omega$  треба збільшити з  $25 mA$  до  $2,5 A$ . Якої довжини треба взяти мanganінову дротину діаметром  $1 mm$  для виготовлення шунта?
- Визначити опір резистора (див. мал.6), якщо амперметр показує  $I = 5 A$ , а вольтметр  $U=100V$ . Внутрішній опір вольтметра  $r = 2500 \Omega$ . Якою буде похибка у визначенні  $R$ , якщо під час розрахунків знехтувати струмом через вольтметр?



Малюнок 6

10. Електродвигун підйомного крану працює під напругою 380 В, при цьому сила струму в його обмотці дорівнює 20 А. Який коефіцієнт ККД її установки, якщо вантаж масою 1 т кран підіймає на висоту 19 м за 50с?
11. Яка кількість теплоти виділилась у резисторі опором 10 Ом за 30 с при силі струму 0,2 А ?
12. За якої площині поперечного перерізу мідний провідник довжиною 50 м, матиме опір 0,5 Ом.

#### Достатній рівень

1. Допустимий струм для ізольованого мідного дроту площа поперечного перерізу 1  $\text{мм}^2$  при роботі дорівнює 11А. Скільки метрів дроту такого можна включати в коло з напругою 110 В без додаткового опору?
2. Котушка реле постійного струму, що розрахована на напругу 130В, споживає потужність 3,6Вт. Який треба взяти додатковий опір, щоб можна було вмикати реле в мережу 250В?
3. По провіднику, до кінців якого прикладено напругу 12 В, за дві хвилини пройшов заряд 12 Кл. Визначіть опір провідника.
4. Шкала вольтметра має 150 поділок. Вольтметр розраховано на вимірювання напруги до 3 В. Стрілка приладу відхиляється на 50 поділок при проходженні через нього струму 1 мА. Чому дорівнює електричний опір приладу?
5. По провіднику, до кінців якого прикладена напруга 12В, за 2хв пройшов заряд 26Кл. Визначити опір провідника та кількість теплоти, що виділиться за цей час в цьому провіднику.
6. Визначити опір тетраедра між точками  $A$  і  $B$ , якщо опір усіх його ребер одинаковий та дорівнює  $R$ . (Рис.2.1)

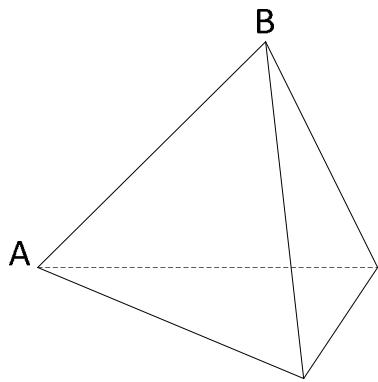
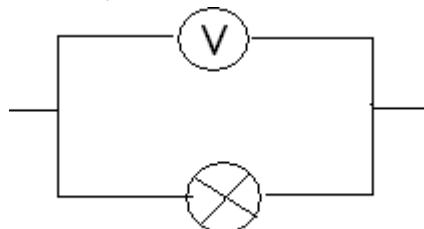
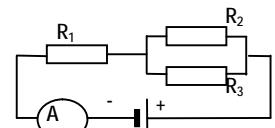


Рис.2.1

7. На кожний атом міді припадає один електрон провідності. Яка середня швидкість електронів провідності, якщо через мідний дріт діаметром  $2 \times 10^{-4}$  м протікає струм 10 А?
8. Ділянка кола складається із стальної проволоки завтовшки 2м і площею поперечного перерізу  $0,48 \text{ мм}^2$  з'єднана послідовно з нікелевим дротом довжиною 1м, і площею поперечного перерізу  $0,21 \text{ мм}^2$ . Яку напругу треба підвести до ділянки, щоб одержати силу струму 0,6 А?
9. Визначити силу струму при короткому замиканні батареї при ЕРС 12 В, якщо при замиканні її на зовнішній опір 4 Ом сила струму в колі дорівнює 2А. чому при короткому замиканні напруга на зовнішній ділянці кола наближається до нуля, хоча в цьому випадку в колі існує найбільший струм?
10. Вольтметр опором 1 кОм під'єднаний паралельно до електричної лампи. Визначте силу струму в лампі, якщо загальна сила струму в колі 0,15 А, а вольтметр показує 30 В.

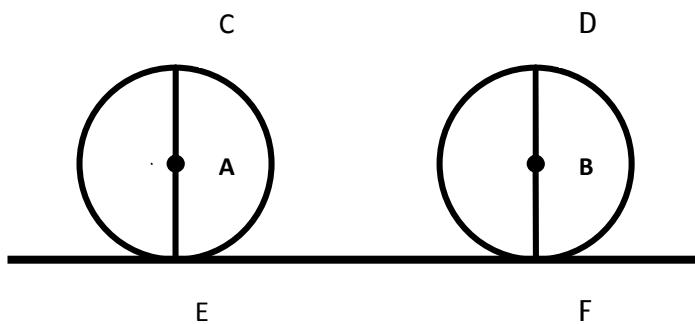


11. В електричному колі (див рис.) опори резисторів дорівнюють:  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = 20 \text{ Ом}$ . ЕРС джерела струму 11 В, а його внутрішній опір 2 Ом. Яку силу струму показує амперметр?

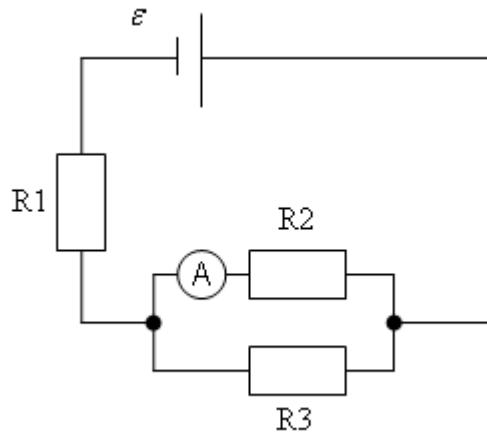


Високий рівень

1. При замиканні гальванічного елемента на резистор опором 4 Ом сила струму в колі 0,2 А, а на резистор опором 8 Ом – сила струму 0,15 А. Визначити силу струму короткого замикання цього джерела.
2. Обчислити довжину дротини з ніхрому, необхідної для виготовлення спіралі електроплитки, на якій за 9хв можна нагріти 2,6 л води від 23 °C до кипіння. Товщина дроту 1,3 мм. Напруга в мережі 250В, ККД 76%.
3. Ліфт масою 900 кг піднімається зі швидкістю 0,44 м/с. Напруга на затискачах двигуна дорівнює 220 В, а його ККД 90%. Якою є потужність електричного струму в двигуні? Сила струму в ньому?
4. Скільки витків нікелінового дроту треба намотати на порцеляновий циліндр діаметром 1,5 см, щоб зробити кип'яильник, у якому за 10 хвилин закипає вода об'ємом 1,2 л, взята при початковій температурі 10 °C? ККД установки 60%, діаметр дроту 0,8 мм, кип'яильник розраховано на напругу 100 В.
5. Потрібно передати потужність 100 кВт на відстань 7,5 км, при чому втрати на нагрівання провідників не перевищують 3% енергії, що передається. Визначити масу провідників у двох випадках:
- 1) під напругою 2000В;
  - 2) під напругою 6000 В.
- Питомий опір  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м, густина міді  $8,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.
6. У колі електрорушійна сила джерела струму становить 100В, внутрішнім опором можна знехтувати. Визначте напругу на резисторі  $R_4$ , якщо опори  $R_1 = R_3 = 40$  Ом,  $R_2 = 80$  Ом,  $R_4 = 34$  Ом.
7. Два одинакові каркаси, що являють собою коло з діаметрами CE і FD (див. рис.), виготовлені з високоомного дроту. Обидва каркаси в точках E і F дотикаються до поверхні, яка є добрим провідником. Що покаже вольтметр, підключений до точок C і D, якщо до точок A і B підключили джерело напругою 1 В? Опір між точками E і F не враховувати.



8. Джерело постійного струму з ЕРС 5,6 В, увімкнено в коло, де  $R_1 = 1,8 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$ . Амперметр показує 0,96 А. Визначити внутрішній опір джерела (мал.1.) Опором амперметра знехтувати.



9. При замиканні джерела струму резистором опором 14 Ом напруга на його полюсах дорівнює 28 В, а при замиканні резистором опором 29 Ом напруга – 29 В. Який внутрішній опір джерела?

10. Обчислити площину поперечного перерізу і довжину провідника із алюмінієм, якщо опір  $R$  дорівнює 0,1 Ом, а маса = 54 г. Питомій опір алюмінія  $r = 0,029 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , а густина алюмінію  $\rho = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

11. Визначте силу струму в кожному з резисторів (див.рисунок), якщо напруга між точками А і В

дорівнює 12 В. Опори резисторів:

$$R_1 = 4 \text{ Ом}; R_2 = 4 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 5 \text{ Ом}; R_4 = 3 \text{ Ом};$$

$$R_5 = 1,5 \text{ Ом}; R_6 = 2 \text{ Ом}.$$

