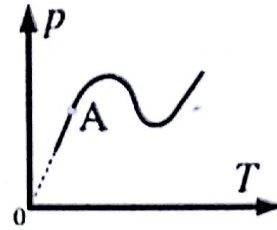
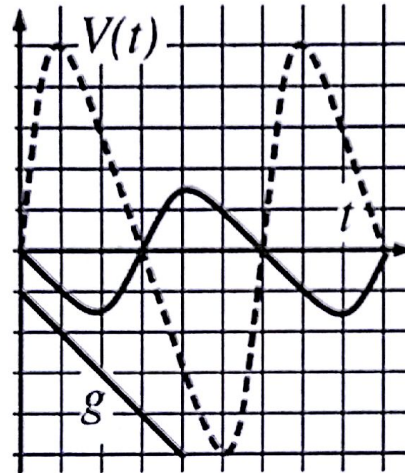


1. Розминка.

1.1 З ідеальним одноатомним газом проводять квазістатичний процес, при якому тиск p залежить від температури T так, як це показано на графіку. Кількість речовини стала. Знайдіть всі точки графіка, що відповідають моментам, коли теплоємність газу така ж, як і в т.А.



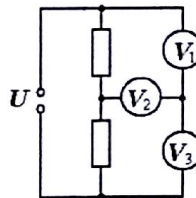
1.2 Крилатий дракон завис над своєю здобиччю, що на поверхні землі. Центр мас дракона і центр мас його крил при цьому рухаються по вертикалі. На малюнку надано графіки залежності швидкості $V(t)$ центра мас тіла дракона (суцільна крива) і центра мас крил (пунктирна крива). Також надано графік $V(t)$ тіла, що падає вертикально з прискоренням g (лінія під кутом 45°). Вертикальна складова сил взаємодії крил дракона та тіла дракона з повітрям пропорційна швидкості відповідного центра мас. Знайдіть відношення маси тіла до маси крил дракона.



1.3 У вас є лінійка і видана мною скріпка. Знайдіть коефіцієнт тертя скріпки по лінійці. Лінійку не можна розміщувати під кутом до горизонту. Опишіть ідею, зробіть виміри та наведіть відповідь. (можете, якщо є бажання перевірити результат іншим способом, але це не оцінюється)

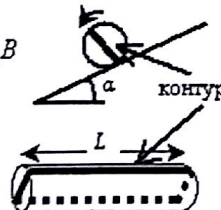
2. Помилка.

Коли автор набрав умову цієї задачі, через неуважність та втому забув вказати номінали на схемі, що зібрана з трьох однакових вольтметрів та двох тепер невідомих резисторів. Подана напруга $U=12$ В. В якому діапазоні можуть знаходитися покази вольтметрів?



3. Труба діло...

По похилій площині, що розміщена під кутом α до горизонту у вертикальному магнітному полі з індукцією B котиться без проковзування тонкостінна діелектрична труба. В трубі зроблена тонка канавка, яку заповнили металом, так, що утворився прямокутний провідний замкнутий контур опором R (див. рис.). Визначити середню швидкість скочування труби, що встановиться. Довжина труби L , діаметр D , маса M , прискорення вільного падіння g . Самоіндукцією нехтуємо.



4. ДВЗ

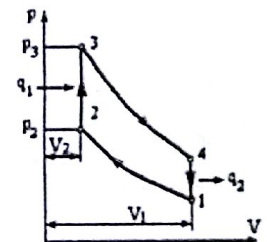
Всі сучасні двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) розділяються на дві основні групи: 1. Двигуни, у яких використовується цикл з підведенням тепла при постійному об'ємі $v=\text{const}$ (цикл Отто). 2. Двигуни, у яких використовується цикл з підведенням тепла при постійному тиску $p=\text{const}$ (цикл Дизеля).

Дослідження роботи реального поршневого двигуна є складною теоретичною і експериментальною задачею. Тому розглянемо їх спрощені моделі.

Для дослідження циклу ДВЗ зробимо такі припущення: робоче тіло – ідеальний газ з постійною теплоємністю; кількість робочого тіла стала; між робочим тілом і джерелом тепла нескінченно мала різниця температур; підведення тепла до робочого тіла відбувається не за рахунок спалювання палива, а від зовнішніх джерел теплоти. Те ж справедливо і для відведення тепла.

4.0. Рівняння адіабати. Для дослідження термодинамічних циклів вам буде потрібно рівняння адіабати $PV^k=\text{const}$, де $\frac{C_p}{C_v}=k$ – показник адіабати. Отримайте рівняння адіабати в координатах pT і VT .

4.1. Цикл Отто. Розглянемо ідеальний цикл ДВЗ з ізохорним підведенням теплоти. Цикл в pV координатах надано на рисунку. Ідеальний газ з початковими параметрами p_1, V_1, T_1 стискається по адіабаті 1-2. В ізохорному процесі 2-3 робочому тілу від зовнішнього джерела тепла передається кількість теплоти q_1 . В адіабатному процесі 3-4 робоче тіло розширюється до початкового об'єму $V_4=V_1$. В ізохорному процесі 4-1 робоче тіло повертається в початковий стан з відведенням від нього теплоти q_2 в теплоприймач. Характеристиками циклу є:



$$\text{Ступінь стисання } \epsilon = \frac{V_1}{V_2}$$

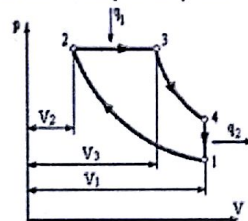
$$\text{Ступінь підвищення тиску } \lambda = \frac{p_3}{p_2}$$

Визначіть: а) параметри PVT в точках циклу 2, 3, 4 через параметри $p_1, V_1, T_1, \epsilon, \lambda, k$. б) термічний ККД циклу, виразивши його через параметри ϵ, λ, k .

4.2. Цикл Дизеля. В таких двигунах паливо згорає поступово в процесі такту «робочий хід», а також виконується роздільне спалювання палива та повітря. Повітря стискається циліндри, а рідке паливо розприскується стисненим повітрям від компресора. Тому тут можливо досягнути значно більш високого ступеня стисання. Повітря при високому тиску має настільки високу температуру, що паливо самозаймається без спеціальних пристроїв. Роздільне стисання дозволяє застосовувати високі ступені стисання (до ϵ

=20), виключаючи передчасне samozapalennia палива. Сталість тиску при горінні палива забезпечується відповідним налаштуванням форсунки.

Розглянемо ідеальний цикл двигуна з підведенням теплоти при постійному тиску на pV -діаграмі. Газоподібне робоче тіло з початковими параметрами p_1, v_1, T_1 стискається по адіабаті 1-2. В ізобарному процесі 2-3 тілу надається кількість теплоти q_1 . В адіабатному процесі 3-4 відбувається розширення робочого тіла до попереднього об'єму. В ізохорному процесі 4-1 робоче тіло повертається в попередній стан з відведенням теплоти q_2 .



Характеристиками циклу є: Ступінь стиснення $\epsilon = \frac{v_1}{v_2}$, ступінь

попереднього розширення $\rho = \frac{v_3}{v_2}$

Визначіть: в) параметри p, V, T в точках циклу 2, 3, 4 через параметри $p_1, V_1, T_1, \epsilon, \rho, k$; г) термічний ККД циклу, виразивши його через параметри ϵ, ρ, k .

4.3. Порівняння циклів Отто і Дизеля. Порівняйте цикли Отто і Дизеля при однакових максимальних і мінімальних температурах та тисках, однакових повних об'ємах циліндрів V_1 . Порівняння виконайте, розглянувши конкретний приклад. Повний об'єм циліндра для обох циклів в відносних одиницях вважайте рівним 30 ($30 = \frac{V_1}{V_0}$).

Показник адіабати $k=1,67$, ступінь стиснення для циклу Отто рівний 5.

д) на приготованому для Вас бланку побудуйте графіки даних циклів. (На бланках вказані ізотерми для максимальної та мінімальної температури в даних циклах).

е) Використовуючи формули, отримані Вами в пп. а) і г) розрахуйте термічний ККД даних циклів.

