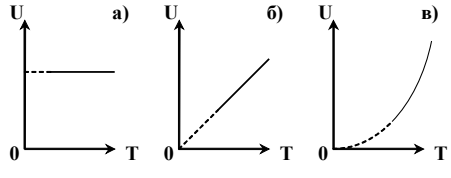
Задание 10-10 ТЕРМОДИНАМИКА. Внутренняя энергия и работа

° - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

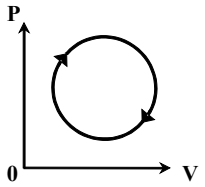
Задачи простые

А1°*. Какой из графиков соответствует зависимости внутренней энергии идеального газа от температуры?

А2°*. На ***P(V)*** диаграмме изображен циклический процесс, осуществляемый с идеальным газом. Определить построением две точки на графике, в которых внутренняя энергия газа: а) минимальная; б) максимальная.



К задаче А1



К задаче А2

А3*. Какова внутренняя энергия ***10 молей*** идеального одноатомного газа при ***27°C***?

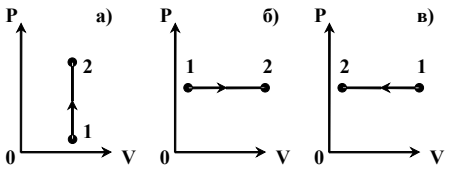
А4*. На сколько изменяется внутренняя энергия ***200 г*** гелия при увеличении температуры на ***20°C***?

А5*. Сравните внутренние энергии равных масс аргона и гелия при одинаковой температуре.

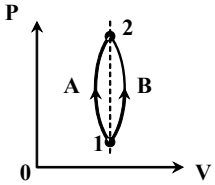
А6*. Как изменяется внутренняя энергия идеального одноатомного газа при изобарическом нагревании? изохорическом охлаждении? изотермическом сжатии?

А7*. Положительной или отрицательной является работа газа, если при постоянном давлении его объем: а) уменьшается; б) увеличивается?

А8°*. Укажите положительную, отрицательную или нулевую работу совершает газ в процессах, изображенных на рисунке.



К задаче А8



К задаче Б5

А9*. Когда взрывается паровой котел, в котором давление пара составляет ***10 - 15 атм.*** происходят большие разрушения; когда же взрывается гидравлический пресс, в котором давление во много раз выше, то взрыв значительных разрушений не причиняет. Почему?

А10*. От объёма V_1 до объема V_2 идеальный газ может расширяться изотермически или изобарически. В каком случае газ совершает меньшую работу?

Задачи средние

Б1*. Какова внутренняя энергия ***U*** гелия, заполняющего аэростат объёмом $V = 60\ м^3$ при давлении ***P = 100 кПа***?

Б2. Каково давление идеального одноатомного газа, занимающего объем ***V = 2 л***, если его внутренняя энергия ***U = 300 Дж***?

Б3. При уменьшении объёма идеального одноатомного газа в ***3.6 раза*** его давление увеличилось на ***20%***. Во сколько раз изменилась его внутренняя энергия?

Б4*. Какова внутренняя энергия идеального одноатомного газа, занимающего при температуре ***T*** объём ***V***, если концентрация его молекул ***n***?

Б5°. Идеальный газ переводят из состояния ***1*** в состояние ***2*** двумя способами: ***A*** и ***B***. Какой знак имеют работы газа в обоих случаях? В каком случае работа газа больше?

Б6°. Идеальный газ переводят из состояния ***1*** в состояние ***2*** двумя способами: ***A*** и ***B***. В каком случае работа газа больше?

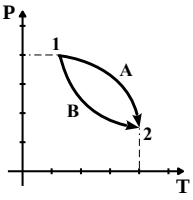
Б7. В цилиндре под невесомым поршнем находится азот N_2 массы ***m = 3 кг***. Температура газа увеличивается на ***ΔT = 100 K*** при постоянном давлении. Найдите работу ***A***, совершаемую газом при расширении.

Б8*. В цилиндр, закрытый подвижным поршнем, заключено ***m = 1.6 кг*** кислорода O_2 при температуре ***t = 17°C***. До какой температуры нужно изобарически нагреть кислород, чтобы работа газа по расширению была равна ***A = 40 кДж***?

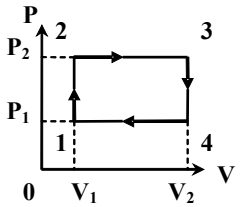
Б9°. Найдите работу, совершаемую ***молем*** одноатомного идеального газа, в ходе цикла ***1-2-3-4-1***, изображённого на рисунке, и изменение внутренней энергии газа на участках ***1-2-3*** и ***3-4-1***.

Б10°. ***Моль*** двухатомного идеального газа переводится из начального состояния ***1*** в конечное состояние ***4*** в ходе процесса ***1-2-3-4***, изображённого на рисунке. Найдите работу и изменение внутренней энергии газа на участках ***1-2***, ***2-3***, ***3-4*** и за весь процесс?

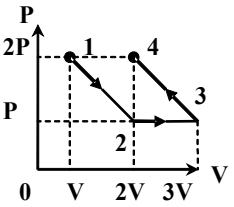
Б11*. Если некоторое количество идеального одноатомного газа перевести из состояния ***1*** в состояние ***2***, нагревая его сначала изобарически, а затем изохорически, то газ совершит работу A_1. Если же переход осуществить по прямой ***1-2*** на ***P(V)*** диаграмме, то работа газа A_2 будет больше в ***полтора раза***. Найдите давление газа в состоянии ***2***, если в состоянии ***1*** его давление составляло $P_1 = 150\ кПа$.



К задаче Б6



К задаче Б9



К задаче Б10

Задачи сложные

В1*. Объясните почему происходит изменение внутренней энергии при: а) сжатии и растяжении пружины; б) таянии льда; в) сжатии и расширении воздуха; г) нагревании жидких и твердых тел?

В2. В комнате объемом $V = 50\ м^3$ затопили печь, и температура воздуха поднялась с $t_1 = 12°C$ до $t_2 = 27°C$. Давление воздуха в комнате не изменилось и осталось равным ***101 кПа***. Какая часть воздуха ушла при этом из комнаты? Какую работу совершил при расширении воздух, оставшийся в комнате?

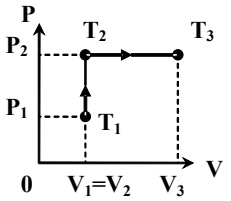
В3. Азот N_2, начальное давление которого ***101*** **кПа** и объём ***10 л***, расширяется изотермически, увеличивая свой объем в ***два раза***. Найдите работу газа.

B4. Идеальный одноатомный газ в количестве ***ν молей***, находящийся при температуре ***T***, охлаждают изохорически так, что давление падает в ***n раз***. Затем газ расширяется при постоянном давлении. В конечном состоянии его температура равна начальной. Определите совершённую газом работу.

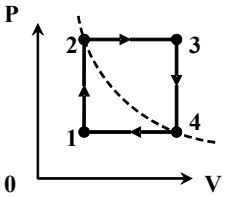
B5°*. Некоторая масса идеального двухатомного газа, занимающего объем $V_1 = 0.01$ *м*^{3}, находится при давлении $P_1 = 0.1$ *МПа* и температуре $T_1 = 300$ *К*. Газ нагревается вначале при постоянном объёме до температуры $T_2 = 320$ *К*, а затем при постоянном давлении - до температуры $T_3 = 350$ *К* (см. рисунок). Найдите работу ***A***, совершаемую газом при переходе из состояния ***1*** в состояние ***3***.

B6°. Над одним молем идеального газа совершают замкнутый процесс, состоящий из двух изохор и двух изобар (см. рисунок). Температуры в точках ***1*** и ***3*** равны соответственно T_1 и T_3. Определите работу, совершённую газом за цикл, если точки ***2*** и ***4*** лежат на одной изотерме.

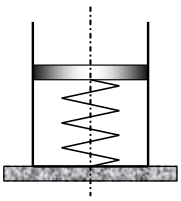
B7*. В цилиндре с площадью основания $S = 100$ *см*^{2} находится идеальный одноатомный газ при температуре $t = 27^oC$. На высоте $h = 30$ *см* от основания цилиндра расположен поршень массой $m = 60$ *кг*. Какую работу совершит газ при расширении, если его температуру медленно повысить на 50^oC? Атмосферное давление составляет $P_0 = 10^5$ *Па*.



К задаче B5



К задаче B6

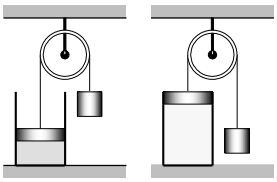


К задаче B9

B8. В вертикальном цилиндре, открытом сверху, может без трения двигаться невесомый поршень площадью ***15*** **см**^{2}. Под поршнем находится воздух массой ***180 мг*** при температуре 20^oC. Найдите работу, которую надо совершить, чтобы медленно равномерно поднять поршень с ***10*** до ***20 см***.

B9°. В вертикальном цилиндре, открытом сверху, может без трения двигаться поршень массой $m = 10$ *кг*, герметично прилегая к стенкам цилиндра. Пружиной с жесткостью $k = 2$ *кН/м* поршень соединён с нижним торцом цилиндра. Площадь сечения поршня $S = 1$ *дм*^{2}, атмосферное давление $P_0 = 0.1$ *МПа*. В начальном состоянии пружина сжата ***вдвое*** по сравнению с длиной $l_0 = 0.2$ *м* в недеформированном состоянии. Газ под поршнем нагревают. Найдите работу, совершённую газом к моменту, когда пружина станет растягиваться, а также начальное давление газа в цилиндре.

B10°*. В вертикально закреплённом цилиндре высотой $H = 0.5$ *м* с гладкими стенками находится идеальный одноатомный газ под теплонепроницаемым поршнем с массой $m = 10$ *кг* и площадью сечения $S = 2$ *дм*^{2}, герметично прилегающий к стенкам цилиндра и занимающий среднее положение, как показано на рисунке. К поршню прикреплена идеальная нить, перекинутая через блок. Когда к свободному концу нити подвешивают груз массы $M = 20$ *кг*, система приходит в движение, и поршень вылетает из цилиндра со скоростью $V = 0.5$ *м/с*. Найдите работу, совершённую газом под поршнем, за время его движения в цилиндре. Внешнее давление составляет $P_0 = 100$ *кПа*. Чему равно изменение температуры газа?



К задаче B10

Теория

1. Г.Я. Мякишев - Молекулярная физика. Термодинамика. §§ 5.1-5.3.
2. Б.М. Яворский, А.А. Пинский - Основы физики Т.1. §§ 27.1-27.2.
3. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев - Физика для углублённого изучения. Т.3. Строение и свойства вещества. §§ 14-16.
4. Г.С. Ландсберг - Элементарный учебник физики Т.1. §§ 202-206.
5. Д. Джанколи - Физика. Т.1. §§ 19.1-19.5; 20.1.