**1) Из яйца, проделав маленькое отверстие в скорлупе, выкачали содержимое, налили небольшое количество воды и поставили на горелку. Мощность горелки N = 2 кВт, площадь отверстия S = 4 мм2. Плотность пара ρ = 0,6 кг/м3. Удельная теплота парообразования воды *r =* 2,3\*106 Дж/кг. Найти:**

**-массу пара, выходящего из отверстия за 1 секунду;**

**- скорость пара, выходящего из отверстия;**

**-реактивную силу тяги получившегося «яично-скорлупного» двигателя.**

**Решение.**

Пусть скорость выходящего пара равна v. Тогда за промежуток времени из отверстия выйдет масса пара, равная

Эта же масса воды должна испариться (иначе давление в скорлупе будет возрастать). За это время от горелки будет подведено некоторое количество теплоты, которое полностью поглотиться на испарение, поэтому

Из записанных соотношений определяем скорость выходящего пара

За единицу времени из отверстия будет выходить масса пара, равная

Определим реактивную силу источника, используя второй закон Ньютона:


**Ответ: V=3,6\*10-5м/c;m=0,87\*10-3кг/c;F=0,3Н.**

**2) Пограничники арестовали лодку с контрабандистом и незаконным грузом. Лодку начинают тянуть за привязанный к ней легкий трос с постоянной силой F = 180 Н, но через t = 15 с обнаруживается, что лодка движется со скоростью V = 20 м/с, а груза на ней нет.**

**- Определите промежуток времени t1, прошедший от начала буксировки до момента, когда контрабандист сбросил груз с лодки, если известно, что он толкнул груз в направлении, перпендикулярном направлению движения.**

**- На каком расстоянии от места начала буксировки находилась лодка в момент сбрасывания груза?**

**При движении трос остается горизонтальным. Трением и силами сопротивления пренебречь. Масса лодки с контрабандистом M = 120 кг, масса груза m = 30 кг.**

**Решение.**

В течение времени t1 лодка, контрабандист и груз движутся под действием силы F с ускорением

В момент времени t1 лодка, контрабандист и груз имеют скорость v1, равную

Далее груз сбрасывается с лодки. Т.к. скорость груза относительно лодки перпендикулярна скорости лодки, то скорость лодки не меняется, а ускорение изменяется и становится равным

В момент времени t = 15 с лодка имеет скорость v = 20 м/с, равную

Из записанных соотношений находим момент времени t1

Путь, который прошла лодка за это время, равен


**Ответ:t1=8,3 c; S=41,7м.**

**3)Испытательный полигон для автомобилей состоит из круговой трассы длиной . Полный круг автомобиль проходит за время . Первые 150 метров автомобиль движется равноускоренно с ускорением а, остальную часть дистанции он движется с постоянной скоростью V. Найти а и V.**

Решение.

1050 -150 = 900м - расстояние, пройденное автомобилем с постоянной скоростью (2-й уч).

t2 - время движения автомобиля по 1-му участку

V1 = 900/t2 - скорость автомобиля на 2-м участке (конечная скорость автомобиля на 1-м участке)

t1 = (40 - t2) - время движения автомобиля по 1-му участку

V1 = at1 -конечная скорость автомобиля на 1-м участке

900/t2 = at1

**900/t2 = a(40 - t2)**

S1 = 150м - длина 1-го участка

S1 = 0,5at1² - длина 1-го участка

**150 = 0,5·а·(40 - t2)²**

решаем систему **уравнений**

Из 1-го уравнения

а = 900/((40 - t2)t2)

Из 2-го уравнения

а = 300/(40 - t2)²

приравниваем

900/((40 - t2)t2) = 300/(40 - t2)²

3/(40t2 - t2²) = 1/(1600 - 80t2 + t2²)

3·(1600 - 80t2 + t2²) = 40t2 - t2²

4800 - 240t2 +3t2² - 40t2 + t2² = 0

4t2² - 280t2 + 4800 = 0

t2² - 70t2 + 1200= 0

D = 70² - 4·1200 = 100

√D = 10

t2₁ = (70 - 10):2 = 30

t2₂ = (70 + 10):2 = 40 не подходит, т.к. а = 300/(40 - t2)² в этом случае имеет знаменатель, равный нулю, и выражение не имеет смысла.

Тогда t2₁ = 30с

**Ускорение а** = 300/(40 - t2)² = 300/(40 - 30)² = **3м/с²**

**Скорость V1** = 900/t2 = 900/30 = **30м/с = 108км/ч**

**Ответ: а=3м/с2 ; V1=108км/ч.**

**4) Рабочим телом тепловой машины является идеальный одноатомный газ. Цикл состоит из изобарного расширения (1, 2), адиабатического расширения (2, 3) и изотермического сжатия (3, 1). Модуль работы при изотермическом сжатии равен A31. Определите, чему может быть равна работа газа при адиабатическом расширении A23, если у указанного цикла КПД η ≤ 40%?**

**Решение.**

В данном цикле теплота подводится на участке (1, 2), отводится на (3, 1). Тогда КПД равен η = 1 − Q31/ Q12. Поскольку на изотерме изменение внутренней энергии равно нулю, то Q31=A31. Получим выражение для Q12: Q12 = Q31/(1 – η) = A31/(1 – η). Воспользуемся первым началом термодинамики и тем, что газ идеальный одноатомный: Q12 = A12 + ∆U12 = p∆V12 + 3/2\*νR∆T12 = 5/3\*∆U12. Процесс (2, 3) адиабатический (теплота не подводится, работа совершается за счёт уменьшения внутренней энергии), и изменение внутренней энергии в цикле равно нулю, поэтому: A23 = −∆U23 = ∆U12 + ∆U31 = ∆U12 + 0 = ∆U12. Выражаем работу при адиабатическом расширении A23 через работу на изотерме A31 и КПД η: A23 = ∆U12 = 3/5\*Q12 = 3/(5(1 − η))\*A31. (12) КПД принимает значения η ∈ (0, 0,4], поэтому работа при адиабатическом расширении A23 принимает значения: 3/5\*A31 < A23 <= A31

**5) В теплоизолированном сосуде при температуре  плавает кусок льда массой  с вмороженной в него свинцовой дробинкой массой . Какое количество теплоты следует сообщить куску льда, чтобы он утонул (дробинка остаётся внутри него)? Плотность льда , плотность свинца , плотность воды , удельная теплота плавления льда равна .**

**Решение.**

Для того чтобы дробинка начала тонуть, нет необходимости в том, чтобы растаял весь лед. Достаточно, если средняя плотность льда с дробинкой станет равна плотности воды. Если массу оставшегося при этом льда обозначить **M**1, то условие того, что дробинка начнет тонуть, запишется так:

|  |  |
| --- | --- |
| M1 + m | = ρB. |
| V |

Но объем **V** льда и дробинки равен сумме их объемов, то есть:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| M1 | + | m | . |
| ρЛ | ρC |

Поэтому:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| M1 + m = ρB( | M1 | + | m | ). |
| ρЛ | ρC |

Отсюда:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| M1 = m | (ρC − ρB) • ρЛ | = 8,2 m. |
| (ρB − ρЛ) • ρC |

Растаять должна масса льда:

|  |
| --- |
| ΔM = M − M1 = M − 8,2m. |
|

Для этого необходимо количество тепла:

|  |
| --- |
| Q = λΔM = λ(M − 8,2m). |

Q=19470Дж

**Ответ:19470Дж.**

**Решение.**

**6) В схеме, приведённой на рисунке, показания приборов таковы: амперметра , вольтметра . Напряжение источника , сопротивление резистора . Каковы будут показания приборов, если их поменять местами?**

**Решение.**

Обозначим сопротивления вольтметра Rv, сопротивление амперметра RA, сила тока через приборы: IA = I1, вольтметр IV, резистор IR; напряжения на них: на амперметре UA, на вольтметре UV = U1, на резисторе UR.
Определим напряжение на амперметре:

Используя закон Ома для участка цепи, определим сопротивление амперметра

Из данных определяем полное сопротивление схемы

Т.к. по схеме вольтметр и резистор соединены параллельно, а амперметр подключен к ним последовательно, то полное сопротивление цепи равно

Определим отсюда сопротивление вольтметра

Если поменять приборы местами, то изменятся их показания. Сначала найдем полное сопротивление новой схемы. Параллельно с резистором включен амперметр, последовательно к этому участку вольтметр, поэтому

По закону Ома можем найти силу тока через вольтметр и напряжение на вольтметре:


Тогда напряжение и сила тока на амперметре равны:



**Ответ:Rполное =3,2Ом; IV=1,25A; UV=2,5B; UA=1,5B; IA=0,5A.**

**7) После многократного встряхивания пластиковой банки, в которой осталось немного средства для мытья посуды, она оказалась полностью заполненной пеной. Определите плотность пены, если известно, что масса содержащегося в банке воздуха равна массе моющего средства. Плотность воздуха 1,3 г/л, моющего средства 1,1 кг/л.**

**Ответ:2,6г/л.**

**8) Действие снимаемого в недалёком будущем фантастического фильма по замыслу сценаристов происходит на Луне, ускорение свободного падения на которой равно . Часть эпизодов была снята на поверхности Луны с частотой кадров  (25 кадров в секунду). Съёмки ряда эпизодов происходят на Земле в павильоне, где построен макет местности в масштабе 1 : 25. По сценарию события выглядят таким образом: на высоте  над поверхностью Луны движется летающий объект, в него врезается корабль, движущийся горизонтально, а затем зритель видит падение обломков. С какой частотой следует производить съёмку фильма в земном павильоне, чтобы зритель не заметил различий между событиями на Луне и на Земле?**

**Решение.**

Рассмотрим события на Луне. Пусть тело падает с высоты Н без начальной скорости.

Если на Луне будет производиться съемка с частотой nл, то будет отснято N кадров

Когда события снимаются на Земле, то для того, чтобы эти кадры фильма не отличались от кадров на Луне, надо, чтобы время падения обломков моделей на Земле (другая высота h = Н/25, другое ускорение свободного падения gз) прошло такое же число кадров, как на Луне.

Пусть съемки производятся с частотой nз, тогда будет отснято кадров


**Ответ:87,5 с-1.**

**10) Во время полярной экспедиции на дрейфующей льдине в ней пробурили скважину для отбора проб морской воды. Какую толщину имеет эта льдина, если расстояние от поверхности льдины до поверхности воды в скважине равно h = 2 м? Плотности льда и воды равны 900 кг/м3 и 1100 кг/м3 соответственно.**

**Решение.**

Пусть льдина имеет правильную форму. Площадь поверхности S, толщина Н, масса m.
Льдина плавает, если сила тяжести равна архимедовой силе: mg = FA. Учитывая связь массы и плотности, нахождение объема тел правильной формы, то сила тяжести и сила Архимеда соответственно равны


**Ответ:11м.**