10 класс

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.

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

Дельта m =p\*s\*v\*дельта t

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
Q=N\*дельта t\*=m\*r
Из записанных соотношений определяем скорость выходящего пара
V=N/r\*p\*s

V=3,6 \*10^-5 м\с
За единицу времени из отверстия будет выходить масса пара, равная

Дельта m\Дельта t =N\r

Дельта m\Дельта t= 2\*10^3\ 2,3\*10^6= 0,87\*10^-3 кг/с
Определим реактивную силу источника, используя второй закон Ньютона:
 F=Дельта m\* V /Дельта t = N^2/p\*r^2\*s

F=4\*10^6/ 6\*10^-1 \*4 \* 10- 6 \* 5,29\*10^12=0,3 Н

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.

В течение времени t1 лодка, контрабандист и груз движутся под действием силы F с ускорением
a1=F/m+M

a1=180/50=1,2 м/с^2
В момент времени t1 лодка, контрабандист и груз имеют скорость v1, равную
V1=a1\*t1=(F/m+M)\*t
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

a2=F/M

a2=180/120=1,5 м/c^2
В момент времени t = 15 с лодка имеет скорость v = 20 м/с, равную
V=V1+a2(t-t1)-a1\*t+a2(t-t1)
Из записанных соотношений находим момент времени t1
t1=M+m/m\*(t-MV/F)

t1=120+30/30\*( t- 120\*20/180)=25/3=8,3c
Путь, который прошла лодка за это время, равен
S=a1\*t1/2

S= 125/3=41,7 м

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.

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

**а** = 300/(40 - t2)² = 300/(40 - 30)² = **3 м\с^2**

**v1** = 900/t2 = 900/30 = **30м/с = 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%?

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 .

обозначим масса льда М=0,1кг, масса дробинки m=0,001кг, плотность воды ро1=1000кг/м^3, плотность льда ро2=900кг/м^3, удельная теплота плавления льда L=330кДж/кг, масса растаявшего льда М1 и не растающего - М2.

лед утонет когда (M2+m)g=po1Vg=po1(M2/po2)g, отсюда M2=m\*po2/(po1-po2), тогда М1=М-М2 и искомое количество теплоты Q=LM1=30кДж

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

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:



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*.*

Обозначим массу воздуха в банке m, масса моющего средства по условию такая же. Объем банки V.

Тогда плотность пены равна : p=2m\V

Масса воздуха связанная с его плотностью и объемом соотношением m=pв\*Vв

Суммарный объем банки и складывается из объема воздуха и средства V=Vв+Vс

Vв=m/ pв

Vс= m/ pс

Тогда

P=2m/ m/ pв+ m/ pс=2 \*pв\* pс/ pс+ pв

P=2.6 г\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?

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

Время падения на луне будет равно:

 tлуны= под корнем 2H\ Gлуны

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

N=tл\*nл=под корнем 2H\gл \* nл

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.

Время падения на Земле: tз=под корнем 2h\gз

Пусть съемки производятся с частотой nз, тогда будет отснято кадров

N=tз\*nз=под корнем 2H\gз \* nз

Так как чистота кадров должна быть одинаковой, то

под корнем 2H\gл \* nл= под корнем 2H\gз \* nз

Определим чистоту кадров для Земли

 Nз= nл\* под корнем H\*gз\h\*gз;

Nз=25\* под корнем 50\*9.8/25\*1.6=87.5 с

9. На краю стола в горизонтальном положении удерживается доска массой М и длины L таким образом, что её правая половина находится на столе. С какой минимальной скоростью нужно толкнуть доску в горизонтальном направлении, чтобы её левый край оказался на расстоянии  от края стола? Коэффициент трения скольжения равен k.


При движении доски по столу скорость и кинетическая энергия уменьшаются, т.к. совершается работа против силы трения. Условием минимальной начальной скорости является следующее: в тот момент времени, когда левый край доски оказался на расстоянии L/2 от края стола, скорость доски стала равной нулю.
По теореме о кинетической энергии:

Определим силу трения. В этой задаче возможны два варианта:
1) левый край доски движется в воздухе. В этом случае сила трения меняется и зависит от силы реакции опоры той части доски, которая находится на столе.

2) доска полностью движется по столу. При этом сила трения постоянна и равна

График зависимости силы трения от координаты правого конца доски представлен на рисунке:

Для расчета работы следует определить площадь фигуры, находящейся под графиком


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.

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
