10 класс, условия 3 тура

1.Отверстие в горизонтальном дне сосуда закрыто лёгким полусферическим колпачком радиусом R (см.рис.). Сосуд наполнен жидкостью плотностью ρ. Дно сосуда находится на глубине Н. Найдите силу, с которой колпачок давит на дно сосуда. Ускорение свободного падения равно g. Объём шара радиусом R равен 4πR3/3.

Решение: так как колпачок легкий, то искомая сила равна весу жидкости, находящейся непосредственно над ним. Пусть V-объём этой жидкости. Тогда:

F=pgV=pg(πR2H- 2/3 πR3 )= pgπR2(H- 2/3R)



2.Лёгкий самолёт может планировать с выключенным мотором с минимальной постоянной горизонтальной скоростью 150 км/ч под углом 5° к горизонту (при попытке уменьшить скорость или угол самолёт свалится в штопор). Оцените, какую минимальную силу тяги должен создавать движитель самолёта, чтобы он мог взлететь с полосы. Масса самолёта М = 2 тонны. Считайте, что корпус самолёта всегда параллелен направлению его скорости.

Решение:

Из условия следует, что при скорости, близкой к 150 км/ч, подъёмная сила равна силе тяжести, и самолёт сможет взлететь с полосы. Чтобы разогнать самолёт до такой скорости, сила тяги должна превосходить силу сопротивления воздуха. Эта сила сопротивления почти не отличается от силы сопротивления при планировании с указанной постоянной скоростью под небольшим углом к горизонту:

|  |
| --- |
| Fсопр = Mg sin α. |

Таким образом, минимальная сила тяги должна равняться:

|  |
| --- |
| Fmin ≈ Mg sin α ≈ 1,7×103 H. |

3.Школьник утром вскипятил чайник и стал его остужать, чтобы успеть попить чай до ухода в школу. Он обнаружил, что температура чайника понизилась со 100 °С до 95 °С за 5 минут, пока чайник стоял на столе на кухне, где температура воздуха была 20 °С. Школьник решил ускорить остывание чайника, для чего засунул его в холодильник, где температура составляла 0 °С. При этом температура чайника понизилась от 95 °С до 90 °С за 4 мин 12 сек. Решив ещё ускорить остывание, школьник выставил чайник за окно, на улицу, где температура была равна – 20 °С. За сколько времени чайник остынет на улице от 90 ° С до 85 °С?

Решение: Очевидно, что скорость остывания чайника зависит от разности температур чайника и окружающего его воздуха. Из приведённых в условии задачи данных следует, что эта зависимость — прямо пропорциональная: ΔTΔt=α(Tср−T0)ΔTΔt=α(Tср−T0), где Tср — средняя температура чайника за время остывания ΔtΔt. Действительно, выразим из написанного уравнения коэффициент αα и вычислим его, используя данные из условия задачи: α1=ΔT1/Δt1Tср1−T01=5∘С/5мин97,5∘С−20∘С≈0,01290мин−1α1=ΔT1/Δt1Tср1−T01=5∘С/5мин97,5∘С−20∘С≈0,01290мин−1, α2=ΔT2/Δt2Tср2−T02=5∘С/4,2мин92,5∘С−0∘С≈0,01287мин−1α2=ΔT2/Δt2Tср2−T02=5∘С/4,2мин92,5∘С−0∘С≈0,01287мин−1, то есть с хорошей точностью α1≈α2α1≈α2. Поэтому искомое время: Δt3=ΔT3α(Tср3−T03)≈3,6мин=3мин36секΔt3=ΔT3α(Tср3−T03)≈3,6мин=3мин36сек. Ответ может быть записан и в общем виде. С учётом того, что ΔT1=ΔT2=ΔT3ΔT1=ΔT2=ΔT3, можно получить: Δt3=Tср1−T01Tср3−T03Δt1≈3,6минΔt3=Tср1−T01Tср3−T03Δt1≈3,6мин.

4.Санки длиной L = 80 см скользят горизонтально по снегу и останавливаются, частично выехав на асфальт. Определите время торможения, если трение о снег отсутствует, а коэффициент трения об асфальт μ = 0,4. Масса санок распределена по их длине равномерно.

Решение: прежде всего необходимо разобраться в характере движения. Заметим, что оно не является равноускоренным: чем дальше выезжают санки на асфальт, тем больше сила трения Fтр, а, значит, и ускорение санок. Найдем уравнение движения. Пусть m-масса санок, x- длина той части полозьев, которая в данный момент уже выехала на асфальт. Тогда на эту часть полозьев приходится только часть веса санок N1=mgx/l. Соотвествующая сила трения об асфальт Fтр= µN1= µmgx/l, а уравнение движения санок имеет вид: ma=-F=- µmgx/l,а или a= - (µg/l )x. Это хорошо известное уравнение гармонический колебаний, период которых T=2П кв.корень из l/ µg. Продолжительность движения от точки x=0 до остановки соответствует четверти периода: t=T/4= П/2кв.корень из l/ µg=0,71 с. Ответ: 0,71 с

5.Трамвай массой т = 22,5 т движется со скоростью v = 36 км/ч по горизонтальному пути. Коэффициент трения μ = 0,01, напряжение в линии U = 500 В, общий КПД двигателя и передачи η = 75%. Определить силу тока в моторе. С какой скоростью будет двигаться трамвай вверх по горе с уклоном α = 0,03, потребляя ту же мощность?

Решение:

N1=A/t=FS/t=F\*v=ymgv  ; N2=UI

0.75\*N2=N1

0.75\*UI=ymgv

I=ymgv/(0.75\*U)=0.01\*22500\*10\*10/(0.75\*500)=60A

6.Расстояние между двумя точечными источниками света L = 32 см. Где следует поместить между ними собирающую линзу с фокусным расстоянием F = 12 см, чтобы изображения обоих источников оказались в одной точке?

Ответ: на расстоянии 8 см от одного и 24 см от другого источника.

Решение. Очевидно, одно из изображений будет мнимым, т.е. . Поэтому можно записать соотношения , , где  - расстояния от линзы до источника света. Отсюда , . Из условия  находим расстояние между линзой и изображениями: . Значит,  см

и  см.