Кинематика

1. Груз, подвешенный на нити длиной 2 м, отведён в сторону и отпущен. Нижнюю точку траектории он проходит со скоростью 1,4 м/с. Найдите центростремительное ускорение груза в нижней точке траектории. (Ответ дайте в метрах в секунду в квадрате и округлите до целых.)
2. Велосипедист едет по кольцевому велотреку диаметром 200 м с постоянной по модулю скоростью. За минуту он проезжает путь, равный трём диаметрам трека. Чему равен модуль ускорения велосипедиста? Ответ выразите в м/с2.
3. Автобус везёт пассажиров по прямой дороге со скоростью 10 м/с. Пассажир равномерно идёт по салону автобуса со скоростью 1 м/с относительно автобуса, двигаясь от задней двери к кабине водителя. Чему равен модуль скорости пассажира относительно дороги? (Ответ дайте в метрах в секунду.)
4. Тело движется равноускоренно, не изменяя направления движения. За две секунды модуль скорости тела увеличился от 4 м/с до 5 м/с. Какой путь прошло тело за это время?
5. Точечное тело движется по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы, направленной вдоль оси Ox. Известно, что проекция импульса этого тела на указанную ось изменяется со временем по закону: р=- 10+4t.Чему равен модуль силы, действующей на это тело? (Ответ дайте в ньютонах.)
6. По горизонтальной шероховатой поверхности равномерно толкают ящик массой 20 кг, прикладывая к нему силу, направленную под углом 30° к горизонтали (сверху вниз). Модуль силы равен 100 Н. Чему равен модуль силы, с которой ящик давит на поверхность?
7. На брусок массой 5 кг, движущийся по горизонтальной поверхности, действует сила трения скольжения 20 Н. Чему будет равна сила трения скольжения, если коэффициент трения уменьшится в 2 раза при неизменной массе? (Ответ дайте в ньютонах.)
8. Санки массой 5 кг скользят по горизонтальной дороге. Сила трения скольжения их полозьев о дорогу 6 Н. Каков коэффициент трения скольжения саночных полозьев о дорогу? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с2.
9. На горизонтальной поверхности лежит деревянный брусок массой 1 кг. Для того чтобы сдвинуть этот брусок с места, к нему нужно приложить горизонтально направленную силу 3 Н. Затем на эту же поверхность кладут стальной брусок массой 5 кг. Коэффициент трения для стали о данную поверхность в 2 раза больше, чем для дерева. Какую горизонтально направленную силу нужно приложить к стальному бруску для того, чтобы сдвинуть его с места?
10. На горизонтальной поверхности лежит металлический брусок массой 4 кг. Для того, чтобы сдвинуть этот брусок с места, к нему нужно приложить горизонтально направленную силу 20 Н. Затем на эту же поверхность кладут пластиковый брусок массой 2 кг. Коэффициент трения для пластика о данную поверхность в 2 раза меньше, чем для металла. Какую горизонтально направленную силу нужно приложить к пластиковому бруску для того, чтобы сдвинуть его с места? Ответ укажите в Ньютонах.
11. Брусок массой 5 кг покоится на шероховатом горизонтальном столе. Коэффициент трения между поверхностью бруска и поверхностью стола равен 0,2. На этот брусок действуют горизонтально направленной силой 15 Н. Чему равна по модулю возникающая при этом сила трения?
12. Мальчик скатился с горки высотой 10 метров и проехал путь 50 метров по горизонтальному участку дороги. Чему равен коэффициент трения? Трением на горке пренебречь.
13. Небольшое тело кладут на наклонную плоскость, угол при основании которой можно изменять. Если угол при основании наклонной плоскости равен 30°, то тело покоится и на него действует такая же по модулю сила трения, как и в случае, когда угол при основании наклонной плоскости равен 45°. Чему равен коэффициент трения между наклонной плоскостью и телом? Ответ округлите до десятых долей.
14. Камень массой 0,1 кг брошен под углом 45° к горизонту. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска? Ответ дайте в ньютонах. (Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с2.)
15. На неподвижном горизонтальном столе лежит однородный куб. Его убирают, и вместо него кладут другой куб, сделанный из материала с вдвое большей плотностью, и с ребром втрое большей длины. Во сколько раз увеличится давление, оказываемое кубом на стол?
16. Нерастянутая пружина имеет длину 20 см. Для того чтобы растянуть эту пружину на 2 см, потребовалось приложить к двум её концам равные по модулю силы, направленные противоположно друг другу вдоль оси пружины. Чему станет равна длина этой пружины, если увеличить модуль каждой из приложенных сил в 5 раз, не меняя их направления? Для пружины справедлив закон Гука. Ответ дайте в см.
17. На гладкой горизонтальной поверхности находится пружина, прикреплённая одним концом к вертикальной стене. Если к свободному концу пружины приложить некоторую горизонтально направленную силу, то в равновесном состоянии её длина будет равна 7 см. При увеличении модуля силы на 0,4 Н длина пружины в равновесном состоянии увеличивается на 1 см. Какова жёсткость этой пружины?
18. Кубик из пробки с ребром 10 см опускают в воду. Каково отношение объёма кубика, находящегося над водой, к объёму кубика, находящегося под водой? Плотность пробки 0,25 г/см3.
19. Пустой цилиндрический стеклянный стакан плавает в воде, погрузившись на половину своей высоты. Дно стакана при плавании горизонтально, плотность стекла 2500 кг/м3. Чему равно отношение внутреннего объёма стакана к его наружному объёму? Ответ представьте в виде десятичной дроби, округлив до десятых долей.
20. Пустой цилиндрический стеклянный стакан плавает в воде, погрузившись на 3/4 своей высоты. Дно стакана при плавании горизонтально, плотность стекла 2500 кг/м3. Чему равно отношение внутреннего объёма стакана к его наружному объёму? Ответ представьте в виде десятичной дроби, округлив до десятых долей.
21. В сосуде с водой, не касаясь стенок и дна, плавает деревянный (сосновый) кубик с длиной ребра 20 см. Кубик вынимают из воды, заменяют половину его объёма на материал, плотность которого в 6 раз больше плотности древесины, и помещают получившийся составной кубик обратно в сосуд с водой. На сколько увеличится модуль силы Архимеда, действующей на кубик? Ответ выразите в Н. (Плотность сосны — 400 кг/м3.)
22. В сосуде с водой, не касаясь стенок и дна, плавает деревянный (сосновый) кубик с длиной ребра 10 см. Кубик вынимают из воды, заменяют половину его объёма на материал, плотность которого в 5 раз больше плотности древесины, и помещают получившийся составной кубик обратно в сосуд с водой. На сколько увеличится модуль силы Архимеда, действующей на кубик? Ответ выразите в Н. (Плотность сосны — 400 кг/м3.)
23. Тело массой 600 г плавает в очень глубоком сосуде на поверхности жидкости, погрузившись в неё на 3/4 своего объёма. К телу прикладывают направленную вертикально вниз силу, модуль которой равен 3 Н. Чему через достаточно большое время после этого станет равен модуль силы Архимеда, действующей на тело?
24. Тело массой 800 г плавает в очень глубоком сосуде на поверхности жидкости, погрузившись в неё на 2/3 своего объёма. К телу прикладывают направленную вертикально вниз силу, модуль которой равен 5 Н. Чему через достаточно большое время после этого станет равен модуль силы Архимеда, действующей на тело?
25. На плавающем в воде теле объёмом 500 см3 стоит кубик массой 100 г. При этом тело погружено в воду целиком, а кубик весь находится над водой. Чему станет равным объём погружённой в воду части тела, если снять с него кубик? В обоих случаях плавание тела является установившимся. Ответ выразите в кубических сантиметрах и округлите до целого числа.
26. В сосуд налито 4 л жидкости плотностью 1300 кг/м3. В этой жидкости в равновесии плавает тело, объём погружённой части которого равен 240 см3. В сосуд доливают ещё 4 л жидкости плотностью 1100 кг/м3 и перемешивают их. Чему после этого будет равен объём погружённой части тела в см3 при плавании в равновесии, если известно, что тело продолжает плавать? В обоих случаях плавающее тело не касается стенок и дна сосуда. Обе жидкости хорошо смешиваются, и при смешивании их суммарный объём сохраняется.
27. В сосуд налито 3 л воды. В этой воде в равновесии плавает тело, объём погружённой части которого равен 110 см3. В сосуд доливают ещё 3 л жидкости плотностью 1200 кг/м3 и перемешивают их. Чему после этого будет равен объём погружённой части тела (в см3) при плавании в равновесии? В обоих случаях плавающее тело не касается стенок и дна сосуда. Обе жидкости хорошо смешиваются, и при смешивании их суммарный объём сохраняется.
28. Груз подвешен на лёгкой вертикальной пружине и совершает на ней колебания с частотой ω = 10 рад/с, двигаясь по вертикали. На какую длину растянется эта пружина, если аккуратно подвесить к ней тот же груз, не возбуждая колебаний? (Ответ дайте в сантиметрах.) Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с2.

Молекулярная физика

1. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70 %. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в два раза. Какова стала относительная влажность воздуха? (Ответ дайте в процентах.)
2. В сосуде объёмом 3 л при температуре +70 °C находится смесь воздуха с водяными парами. Давление в сосуде равно 99,2 кПа, относительная влажность воздуха 50 %. Давление насыщенного водяного пара при данной температуре равно 31,1 кПа. Какое количество воздуха находится в сосуде? Ответ выразите в миллимолях и округлите до целого числа.
3. В вертикальном цилиндре под тяжёлым горизонтальным поршнем площадью 0,2 м2 находится идеальный газ. Атмосферное давление над поршнем равно 105 Па, а под поршнем – на 20 % выше. Газ медленно нагревают, в результате чего поршень поднимается на высоту 10 см. Какую работу при этом совершает газ?
4. В закрытом сосуде объёмом 10 л при температуре +17 °C находится воздух, имеющий влажность 50%. Давление насыщенных паров воды при этой температуре равно 1875 Па. Какую массу воды надо испарить в сосуде при данной температуре для того, чтобы влажность воздуха стала равна 100%? Ответ выразите в миллиграммах и округлите до целого числа.
5. В закрытом сосуде объёмом 6 л при температуре +17 °C находится воздух, имеющий влажность 25%. Давление насыщенных паров воды при этой температуре равно 1875 Па. Какую массу воды надо испарить в сосуде при данной температуре для того, чтобы влажность воздуха стала равна 100%? Ответ выразите в миллиграммах и округлите до целого числа.
6. В сосуде объёмом 1 л находится 10 г идеального газа при давлении 1 атм и температуре 300 К. Во втором сосуде объёмом 3 л находится 30 г того же газа при давлении 2 атм. Чему равна температура (в К) газа во втором сосуде?
7. Газообразный азот находится в сосуде объёмом 33,2 литра. Давление газа 100 кПа, его температура 127 °С. Определите массу газа в этом сосуде. Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.
8. В резиновой оболочке содержится идеальный газ, занимающий объём 16,62 л при температуре 400 К и давлении 200 кПа. Из оболочки выпустили некоторое количество газа и охладили её содержимое. В результате занимаемый газом объём уменьшился в 4 раза, давление выросло на 50 %, а абсолютная температура упала до 250 К. На сколько уменьшилось количество газа в молях внутри оболочки?
9. Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью 0,5 м2 под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный 0,2 Вб. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля? (Ответ дать в теслах.
10. Два одинаковых маленьких отрицательно заряженных металлических шарика находятся в вакууме на достаточно большом расстоянии друг от друга. Модуль силы их кулоновского взаимодействия равен *F*1. Модули зарядов шариков отличаются в 5 раз. Если эти шарики привести в соприкосновение, а затем расположить на прежнем расстоянии друг от друга, то модуль силы их кулоновского взаимодействия станет равным *F*2. Определите отношение *F*2 к *F*1.
11. Два точечных отрицательных заряда, равных по модулю 3 мкКл и 4 мкКл, расположены на расстоянии 1 м друг от друга. На расстоянии 1 м от каждого из зарядов помещают положительный заряд *Q*, модуль которого равен 2 мкКл. Определите модуль силы, действующей на заряд *Q* со стороны двух других зарядов. Ответ выразите в Н и округлите до десятых долей.
12. Лыжник массой 60 кг спустился с горы высотой 20 м. Какой была сила сопротивления его движению по горизонтальной лыжне после спуска, если он остановился, проехав 200 м? Считать, что по склону горы он скользил без трения. Ответ приведите в ньютонах.
13. Папа, обучая девочку кататься на коньках, скользит с ней по льду со скоростью 4 м/с. В некоторый момент он аккуратно толкает девочку в направлении движения. Скорость девочки при этом возрастает до 6 м/с. Масса девочки 20 кг, а папы 80 кг. Какова скорость папы после толчка? Трение коньков о лед не учитывайте. Ответ укажите в м/с с точностью до одного знака после запятой.
14. Высота непрерывного падения воды самого высокого в мире водопада Анхель — 807 метров. На сколько градусов могла бы повыситься температура падающей воды, если считать, что на ее нагревание затрачивается 50% работы, совершаемой силой тяжести? Ответ укажите в Кельвинах с точностью сотых.
15. Дом стоит на краю поля. С балкона с высоты 5 м мальчик бросил камешек в горизонтальном направлении. Начальная скорость камешка 7 м/с, его масса 0,1 кг. Какова кинетическая энергия камешка через 2 с после броска? (Ответ дать в джоулях.)
16. Однородная лестница массой 20 кг прислонена к гладкой вертикальной стене, составляя с ней угол 60о. Пол шероховатый. Чему равен модуль силы реакции, действующей на верхний конец лестницы? Ответ дайте в Н и округлите до целого числа.

Часть 2

1. К концу вертикального стержня привязана лёгкая нерастяжимая нить с маленьким грузиком на конце. Грузик раскрутили на нити так, что она отклонилась от вертикали на угол *α* = 30º (см. рисунок). Как и во сколько раз надо изменить угловую скорость ω вращения грузика вокруг стержня для того, чтобы этот угол стал равным β = 60º?
2. В длинном и широком спортивном зале с высотой потолка *H* = 10 м баскетболист бросает мяч товарищу по команде с начальной скоростью *V* = 20 м/с. Какова может быть максимальная дальность его передачи по горизонтали? Сопротивлением воздуха и размерами мяча можно пренебречь, бросок делается и принимается руками на уровне *h* = 2 м от горизонтального пола.
3. Гоночный автомобиль едет по треку, имеющему на повороте радиусом *R* = 100 м угол наклона полотна дороги к горизонту *α* = 15° внутрь поворота. С какой максимальной скоростью *V* может двигаться автомобиль, чтобы не заскользить и не вылететь с трека? Коэффициент трения колёс автомобиля о дорогу *μ* = 0,9. Ответ выразите в км/ч.
4. В сосуд с привязанным нитью ко дну деревянным шариком наливают воду так, что шарик частично погружается под воду, а нить натягивается и действует на шарик с силой *T* = 7 H. На сколько изменится уровень воды в сосуде после перерезания нити? Площадь дна сосуда *S* = 100 см2.
5. Деревянный шар привязан нитью ко дну цилиндрического сосуда с площадью дна *S* = 100 см2. В сосуд наливают воду так, что шар полностью погружается в жидкость, при этом нить натягивается и действует на шар с силой *T*. Если нить перерезать, то шар всплывёт, а уровень воды изменится на *h* = 5 см. Найдите силу натяжения нити *T*.
6. Скоростной электропоезд «Сапсан» ехал по прямому горизонтальному пути со скоростью *v* = 180 км/час. Пассажир поезда повесил перед собой отвес и стал следить за его поведением. В некоторый момент поезд начал тормозить с постоянным ускорением, чтобы остановиться в Твери. При этом отвес в начале торможения отклонился на максимальный угол α = 5,7°, а дальше колебался с медленно уменьшающейся амплитудой вплоть до остановки поезда. На каком расстоянии *L* от вокзала в Твери «Сапсан» начал торможение?
7. Вагонетка массой *M* = 900 г связана невесомой и нерастяжимой нитью с грузом массой *m*. Если вагонетку толкнуть влево, то она будет двигаться с ускорением 2 м/с2, если толкнуть вправо, то её скорость будет постоянной. Найти массу груза *m*.
8. На горизонтальном столе лежит деревянный брусок. Коэффициент трения между поверхностью стола и бруском μ = 0,1. Если приложить к бруску силу, направленную вверх под углом α = 45° к горизонту, то брусок будет двигаться по столу равномерно. С каким ускорением будет двигаться этот брусок по столу, если приложить к нему такую же по модулю силу, направленную под углом β = 30° к горизонту?
9. На шероховатую наклонную плоскость положили брусок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о плоскость равен *μ*= 0,35, тангенс угла *α* наклона плоскости к горизонту равен 0,15. В первом случае бруску ударом придали скорость направленную вдоль плоскости вверх, а во втором — вниз. Во сколько раз путь, пройденный бруском до остановки на наклонной плоскости во втором случае, будет больше, чем в первом?
10. К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной *L* = 30 см. Если к этому стержню подвесить груз массой *m* = 3 кг на расстоянии *d* = 5 см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, и растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 2 раза меньше, чем правой. Чему равна масса стержня *М*? Сделайте рисунок с указанием используемых в решении сил.
11. Какое ускорение *a* поступательного движения можно сообщить однородному кубику, находящемуся на шероховатой горизонтальной плоскости, прикладывая к его верхнему ребру горизонтальную силу в плоскости симметрии кубика (см. рисунок)? Коэффициент трения кубика о плоскость равен  µ= 0,4.
12. Шайба лежит на наклонной плоскости, расположенной под углом 30 градусов к горизонту. Масса шайбы 500 грамм, коэффициент трения о поверхность 0,7. Какую минимальную горизонтальную силу, параллельную нижнему ребру наклонной плоскости, нужно приложить, чтобы сдвинуть шайбу с места? Ответ дайте в ньютонах и округлите до десятых долей.
13. На вертикальной оси укреплена горизонтальная штанга, по которой могут без трения перемещаться два груза массами *m*1 = 100 г и *m*2 = 300 г, связанные тонкой нерастяжимой нитью длиной *l* = 18 см. Определите, с какой частотой штанга вращается вокруг вертикальной оси, если натяжение нити составляет 100 Н.
14. Грузик массой *m* = 100 г неподвижно висит на лёгкой абсолютно упругой гибкой резинке с коэффициентом упругости *k* = 100 Н/м в поле силы тяжести с ускорением свободного падения *g*. Грузик поднимают из этого положения вертикально вверх на высоту *h* = 80 см, меньшую длины резинки, и отпускают без начальной скорости. Найдите время движения грузика вниз до точки его остановки. Начальной деформацией резинки при покоящемся грузике можно пренебречь.
15. На абсолютно гладкой горизонтальной поверхности лежит деревянное бревно, имеющее различные диаметры торцов, так, что линия, соединяющая нижние точки торцов бревна, расположена вдоль горизонтальной поверхности. Диаметр одного торца бревна больше другого. Чтобы приподнять бревно с одного конца, требуется сила 279 Н, с другого — 621 Н. Средняя плотность дерева равна 450 кг/м3. Чему равен объём бревна? Сделайте рисунок с обозначением всех действующих на бревно сил.
16. Дан невесомый стержень, к концам которого подвешены шары массами *m*1 и *m*2 (см. рис.). Стержень опирается на две опоры в точках *C* и *D*. Длина стержня *L* равна 1 м, *m*2 = 0,3 кг. Сила реакции опоры в точке *D* в два раза больше, чем в точке *С*. Также известно, что расстояния *CD* = 0,6 м, *AC* = 0,2 м. Найдите массу левого шарика *m*1.
17. Два маленьких тела бросают вертикально вверх из одной точки через промежуток времени Δ*t* = 3 с, сообщив им одинаковые по модулю начальные скорости *V*1 = *V*2 = 20 м/с. На какой высоте *H* тела столкнутся? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.
18. Горизонтальная поверхность разделена на две части: гладкую и шероховатую. На границе этих частей находится кубик массой *m* = 100 г. Со стороны гладкой части на него по горизонтали налетает металлический шар массой *M* = 300 г, движущийся со скоростью *v*0 = 2 м/с. Определите расстояние *L*, которое пройдёт кубик до остановки после абсолютно упругого центрального соударения с шаром. Коэффициент трения кубика о поверхность μ = 0,3.
19. По гладкой горизонтальной плоскости скользит шарик массой *m* = 1 кг со скоростью *v* = 5 м/с. Он испытывает лобовое абсолютно упругое столкновение с другим шариком массой *M* = 2 кг, который до столкновения покоился (см. рис.). После этого второй шарик ударяется о массивный кусок пластилина, приклеенного к плоскости, и прилипает к нему. Какое количество теплоты выделилось в процессе прилипания второго шарика к куску пластилина?
20. Струя воды круглого сечения радиусом *r*0 = 1 см начинает бить из шланга вверх со скоростью *v*0 = 20 м/с. Найдите радиус струи *r* на высоте *h* = 16 м по вертикали от конца шланга. Трением и силами поверхностного натяжения пренебречь, считать скорость движения частиц воды по вертикали в любом поперечном сечении струи одинаковой для данного сечения, а сами частицы — находящимися в состоянии свободного падения в поле силы тяжести.
21. Небольшое тело массой *M* = 0,99 кг лежит на вершине гладкой полусферы. В тело попадает пуля массой *m* = 0,01 кг, летящая горизонтально со скоростью *v*0 = 100 м/с, и застревает в нём. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите радиус сферы, если высота, на которой тело оторвётся от поверхности полусферы, *h* = 0,7 м. Высота отсчитывается от основания полусферы.
22. На горизонтальном гладком столе лежит длинная доска массой *M* = 5 кг, а на её левом конце — деревянный брусок массой *m* = 0,5 кг (см. рисунок). В брусок попадает и прилипает к нему пластилиновый снаряд массой *m*0 = 230 г, летевший горизонтально по направлению вдоль доски со скоростью *V*0 = 200 м/с, после чего брусок скользит до остановки по шероховатой доске, не сваливаясь с неё. Какая часть начальной кинетической энергии «пули» перейдёт в этой системе в теплоту в течение всего процесса? Ответ выразите в процентах.
23. На горизонтальной шероховатой плоскости (коэффициент трения равен μ) покоятся два одинаковых груза массой *m* на расстоянии *L* друг от друга, один из которых соединён со стенкой лёгкой нерастянутой горизонтальной пружиной жёсткостью *k* (см. рисунок). Левому грузу сообщили в некоторый момент начальную скорость *V*0 в направлении правого, после чего грузы испытали абсолютно упругое лобовое столкновение. На какое расстояние *l*сместится после столкновения правый груз?