

Серия
“Готовимся к Олимпиаде”



**КУБОК
ГАГАРИНА**
олимпиада школьников



Будь первым!

ФИЗИКА

7-8 классы

**Сборник
олимпиадных
заданий
прошлых лет
с ответами**



Уфа - 2017

Олимпиада школьников на Кубок имени Ю.А. Гагарина проводится в Республике Башкортостан с 2011-2012 учебного года при поддержке Государственной корпорации «Роскосмос», ФГБУ «Центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина», Федерации космонавтики России, ведущих вузов РБ и РФ, предприятий оборонно-промышленного комплекса и машиностроения, государственных органов законодательной и исполнительной власти Республики Башкортостан.

На сегодняшний день Гагаринская олимпиада стала самой популярной среди всех олимпиад и конкурсов, проводимых в республике. Количество её участников увеличилось от 7 500 обучающихся в 2011-2012 учебном году до 120 000 обучающихся в 2016-2017 учебном году. В проекте приняли участие школьники из 788 образовательных организаций в 40 муниципальных районах и городских округах Республики Башкортостан.

Олимпиада проводится для обучающихся 1-8 классов образовательных организаций по следующим дисциплинам: математика, физика, информатика, русский язык, литература, окружающий мир, биология, история, обществознание, география, иностранные языки, физическая культура и музыка.

В данном сборнике представлены **олимпиадные задания по физике для 7-8 классов**, предлагавшиеся участникам на школьном (ШЭ), муниципальном (МЭ) и республиканском (РЭ) этапах Олимпиады в 2015-2016 и 2016-2017 учебных годах, а также ответы к ним.

Перед каждым комплектом заданий представлена статистика их выполнения со средними баллами, полученными участниками, а также максимально возможное количество баллов за задание (номера заданий показаны в ячейках верхней строки таблицы, баллы – в нижней строке таблицы).



ОГЛАВЛЕНИЕ

7 класс	4
ЗАДАНИЯ ШКОЛЬНОГО ЭТАПА	4
• 2015-2016 учебный год	4
ОТВЕТЫ	6
• 2016-2017 учебный год	7
ОТВЕТЫ	9
ЗАДАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА	10
• 2015-2016 учебный год	10
ОТВЕТЫ	13
• 2016-2017 учебный год	14
ОТВЕТЫ	16
ЗАДАНИЯ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЭТАПА	17
• 2015-2016 учебный год	17
ОТВЕТЫ	20
• 2016-2017 учебный год	21
ОТВЕТЫ	23
8 класс	26
ЗАДАНИЯ ШКОЛЬНОГО ЭТАПА	26
• 2015-2016 учебный год	26
ОТВЕТЫ	28
• 2016-2017 учебный год	30
ОТВЕТЫ	32
ЗАДАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА	34
• 2015-2016 учебный год	34
ОТВЕТЫ	36
• 2016-2017 учебный год	38
ОТВЕТЫ	41
ЗАДАНИЯ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЭТАПА	42
• 2015-2016 учебный год	42
ОТВЕТЫ	45
• 2016-2017 учебный год	46
ОТВЕТЫ	48

7 класс

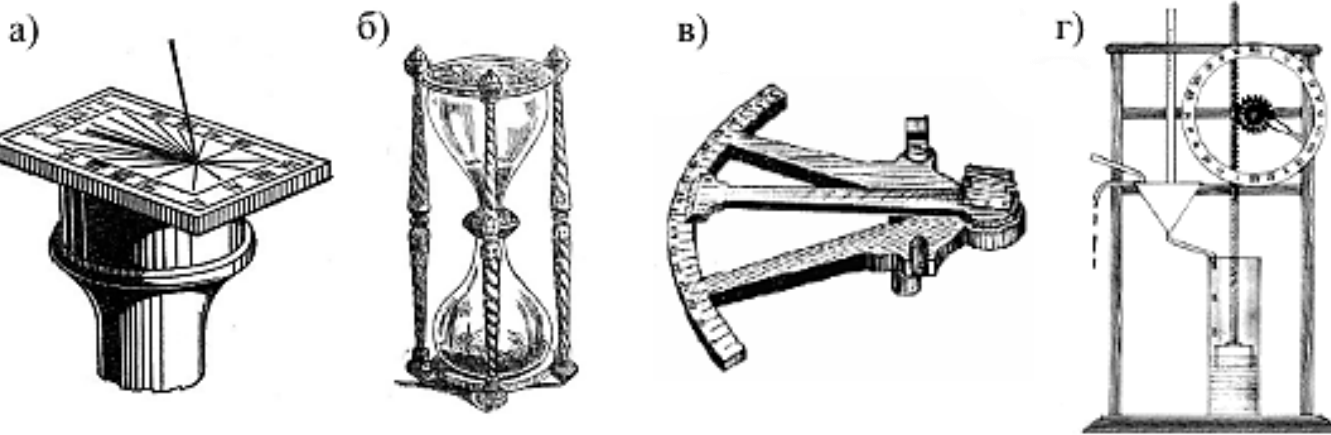
ЗАДАНИЯ ШКОЛЬНОГО ЭТАПА (ШЭ)

• 2015-2016 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.8 из 1	0.6 из 1	0.6 из 1	0.5 из 1	0.7 из 2	1.1 из 4	0.8 из 2	0.9 из 2	0.6 из 2	0.6 из 3	0.9 из 2	1 из 4

Выберите один правильный ответ

1. Какой из изображенных на рисунке приборов служит не той же цели, что и остальные три?



2. Расстояние можно измерять в

а) $\text{H}^2 \cdot \text{c}^2 / \text{кг}^2$

б) $\text{H}^2 \cdot \text{c} / \text{кг}$

в) $\text{H} \cdot \text{c}^2 / \text{кг}$

г) $\text{H} \cdot \text{c}^2 / \text{кг}^2$

3. В механике часто используется понятие материальной точки – это модель реального тела, размерами которого можно пренебречь в условиях решаемой задачи. Так, например, при изучении полета космического корабля между планетами сам корабль можно рассматривать как точку, потому что его размеры малы как по сравнению с размерами планет, так и по сравнению с расстоянием между ними. Какого минимального числа величин достаточно, чтобы однозначно указать положение материальной точки в пространстве в заданный момент времени?

а) 2

б) 3

в) 5

г) 6

4. Перед Вами открытый сосуд, заполненный некоторым веществом. Как выяснить, в каком агрегатном состоянии находится это вещество – твердом или жидком?

а) Наклонить сосуд. Если вещество начнет выходить наружу через край, значит, оно жидкое.

б) Кинуть в сосуд камушек. Если камушек погрузится на дно, значит, вещество жидкое.

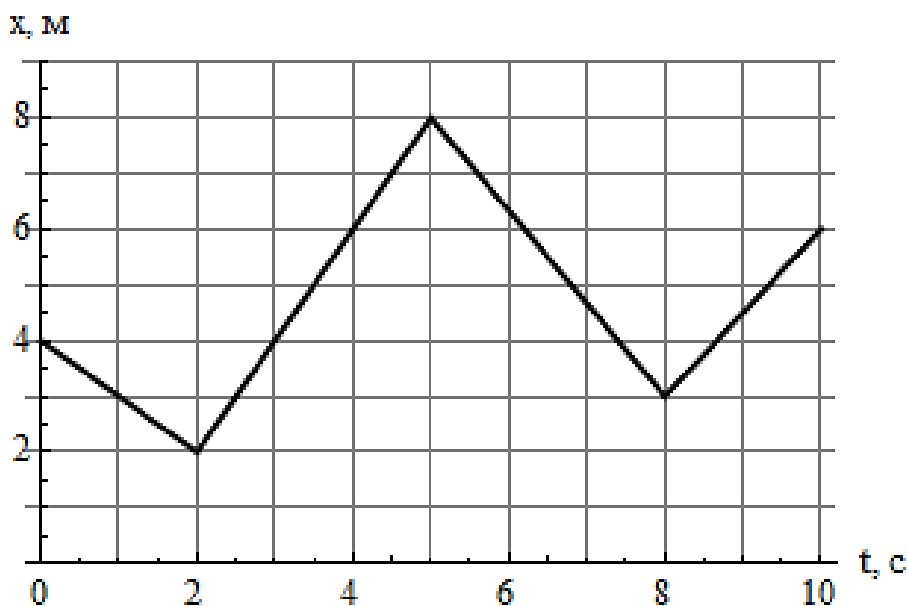
в) Взболтнуть сосуд. Если вещество придет в движение, значит, оно жидкое.

г) Ни один из приведенных способов не годится.



Заполните пропуски

5. Вася вышел из пункта А в пункт Б. Известно, что весь путь занял у Васи втрое больше времени, чем его первая половина. Вторую половину пути Вася шел со средней скоростью 3 км/ч. Следовательно, первую половину пути он шел со средней скоростью _____ км/ч, а средняя скорость на протяжении всего пути между А и Б оказалась равна _____ км/ч.
6. Точка движется вдоль оси Ox . Судя по графику зависимости ее координаты x от времени t , за 10 с точка прошла путь _____ м. Наибольшая скорость, достигнутая точкой в процессе движения, была равна _____ м/с.



Запишите ответ

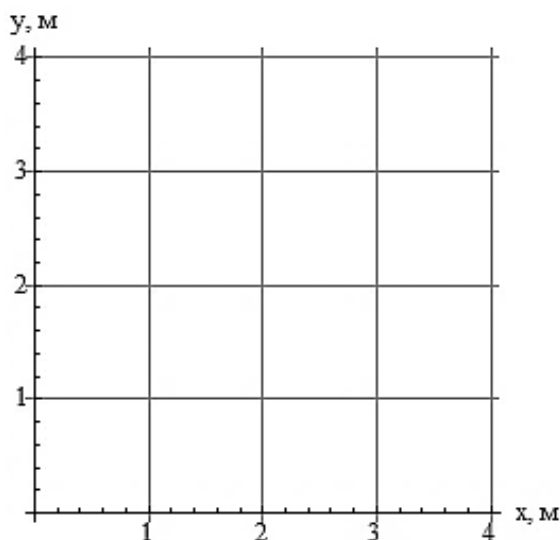
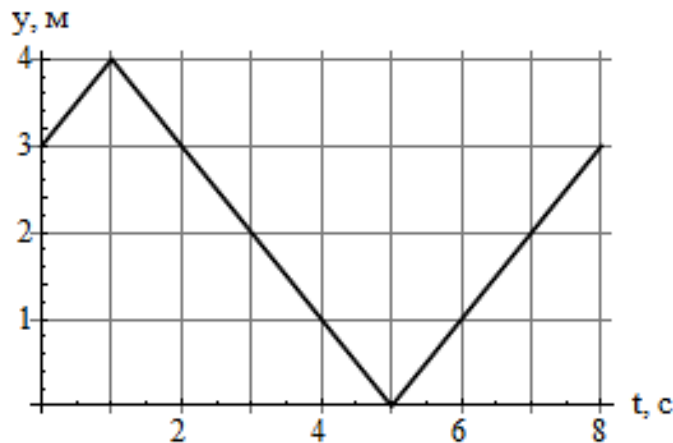
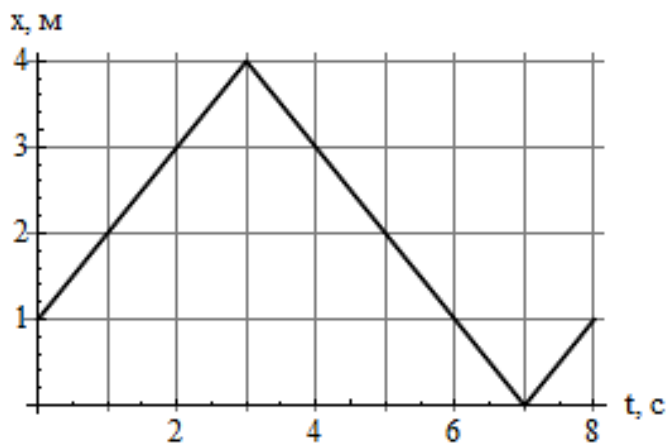
7. Школьник Вася предложил следующий эксперимент по определению расстояния между Землей и Луной: «Давайте запустим с Земли ракету, которая полетит на Луну и там взорвется при падении на поверхность. Общеизвестно, что свет распространяется быстрее звука, поэтому, находясь на Земле, мы сначала увидим взрыв, а потом его услышим. Измерив с помощью секундомера, какое время прошло между этими событиями, мы легко вычислим искомое расстояние». В чем заключается главный просчет Васи?
8. Школьник Вася хвастает, что изобрел прибор для измерения возраста человека. Маша не верит ему, но Вася несколько раз прикладывает прибор к своему лбу – и каждый раз на экране прибора высвечивается его правильный возраст с точностью до секунды. Маша пытается испытать прибор на себе, но Вася возражает, что прибор нельзя передавать от человека к человеку. Он вручает ей второй прибор с пометкой «Маша», и этот прибор действительно показывает ее правильный возраст, когда бы она ни приложила его ко лбу. В чем секрет изобретения Васи?
9. Предположим, некто заказал у ювелира Фаберже точную копию куриного яйца, состоящую только из золота и серебра (плотности этих материалов 19300 кг/м^3 и 10500 кг/м^3 соответственно). Фаберже изготовил такое яйцо, заменив белок серебром, а желток – золотом. Средняя плотность яйца (отношение его массы к объему) оказалась равна 11600 кг/м^3 . Какой была бы средняя плотность этого яйца, если бы Фаберже, вопреки всякой логике, сделал желток из серебра, а белок – из золота?

10. Школьник Вася состоит в интернет-переписке со школьником Явсей с далекой планеты Мелзя. 1 января 2016 года Вася пишет Явсе: «С Новым годом! Надеюсь, я правильно помню, что на Мелзе такая же продолжительность года, как и на Земле?» 1 ноября 2016 года ему приходит ответ: «Здравствуй, Вася! Только что получил твое письмо. Ты совершенно прав насчет продолжительности года – у нас даже календари совпадают! Однако ты не учел, что мы отмечаем Новый год не 1 января, да и радиосигнал между нашими планетами идет ужасно долго. Так что ты опоздал со своим поздравлением на полтора месяца. Но все равно спасибо!» В каком месяце мелзяне отмечают Новый год?

11. Вася вышел из пункта А в пункт Б со скоростью 5 км/ч. После каждого часа ходьбы он делает десятиминутный привал. Сколько времени занял у Васи путь из пункта А в пункт Б, если между ними 17 км?

Изобразите ответ

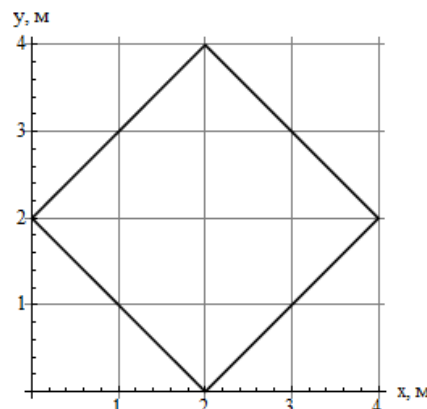
12. Точка движется по плоскости xOy . На графиках показана зависимость координат x и y точки от времени t . Изобразите траекторию точки на предоставленной Вам координатной плоскости.



ОТВЕТЫ:

1. в). *Комментарий:* а), б) и г) – солнечные, песочные и водяные часы соответственно; в) – секстант (навигационный инструмент). О том, что г) – тоже часы, легко догадаться по наличию характерного циферблата.
2. в) $H \cdot c^2 / \text{кг}$. *Комментарий:* $H = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$.

3. б) 3. *Комментарий:* три пространственные координаты.
4. г) Ни один из приведенных способов не годится. *Комментарий:* способ а) показал бы, что песок – жидкость; способ б) показал бы, что неплотная вата – жидкость; способ в) показал бы, что густое варенье твердое.
5. 6 км/ч; 4 км/ч. *Комментарий:* вторая половина пути заняла вдвое больше времени, чем первая, поэтому и соответствующие средние скорости отличаются вдвое. Средняя скорость на протяжении всего пути равна $1/3 \cdot 6 \text{ км/ч} + 2/3 \cdot 3 \text{ км/ч} = 4 \text{ км/ч}$.
6. 16 м; 2 м/с. *Комментарий:* 2 м в отрицательном направлении, потом 6 м в положительном, 5 м в отрицательном и снова 3 м в положительном. Наибольшая скорость достигалась между 2 с и 5 с.
7. В безвоздушном пространстве звук не распространяется. *Комментарий:* в лучшем случае мы только увидим взрыв, но точно не услышим.
8. Это обыкновенные часы. *Комментарий:* Вася попросту выставил на часах время, прошедшее с момента его рождения. Аналогично на часах с пометкой «Маша» он заранее выставил время, прошедшее с момента ее рождения.
9. 18200 кг/м^3 . *Комментарий:* взяв по яйцу обоих типов, можно составить одно чисто золотое яйцо и одно чисто серебрянное. Поскольку все эти яйца будут иметь одинаковый объем, то искомая средняя плотность $19300 \text{ кг/м}^3 + 10500 \text{ кг/м}^3 - 11600 \text{ кг/м}^3 = 18200 \text{ кг/м}^3$.
10. В апреле. *Комментарий:* очевидно, радиосигнал идет до Мелзи примерно 5 месяцев, поэтому Явся получил поздравление в начале июня, а Новый год праздновал в середине апреля.
11. 234 минуты. *Комментарий:* Вася сделал три привала общей продолжительностью 30 минут.
12. Траектория представляет собой квадрат. (См. рисунок)



• 2016–2017 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.5 из 1	0.8 из 2	1 из 2	0.5 из 1	1.5 из 3	0.9 из 2	1 из 2	1.1 из 4	1.9 из 3	1 из 3	1 из 2	0.5 из 2

Выберите один правильный ответ

1. В пучке света обычно хорошо видны пылинки, совершающие беспорядочное движение. Если космонавт вышел в открытый космос, стряхнул со своего костюма пыль, то, что он увидит в луче прожектора космического корабля?

Пылинки будут:

- А) двигаться беспорядочно
- Б) неподвижны
- В) двигаться в одном направлении
- Г) вращаться



2. Стальная Эйфелева башня в Париже высотой 300 м имеет массу 7200 тонн. Какую массу будет иметь модель этой башни высотой 30 см, сделанная из вещества с плотностью, втрое меньшей плотности стали?

А) 2,4 г Б) 240 г В) 2,4 кг Г) 24 кг

3. Два мальчика идут навстречу друг другу, а между ними бежит собака.

Какой путь прошла собака за то время, в течение которого расстояние между мальчиками сократилось от 300 до 100 м, если скорости мальчиков 3,5 и 3 км/ч, а собаки – 10 км/ч? Собака разворачивается мгновенно.

А) 200 м Б) 308 м В) 400 м Г) 533 м

4. Поверхность жидкости характеризуется поверхностным натяжением. За счет поверхностного напряжения, например, удается получать мыльные пузыри. Силы поверхностного натяжения действуют таким образом, что жидкость стремится приобрести форму с наименьшей площадью поверхности. Какую форму примет вода, вытряхнутая из кастрюли в условиях невесомости?

А) куба В) растечется по стенкам кабины
Б) шара Г) распадется на мелкие капли

Заполните пропуски

5. Поезд движется со скоростью 60 км/ч. Если колеса не проскальзывают, то скорость относительно земли: нижней точки колеса _____ км/ч,
оси колеса _____ км/ч,
верхней точки колеса _____ км/ч.
6. Пробирка заполнена водой. Масса пробирки с водой 50 г. Масса этой же пробирки, заполненной водой, но с куском металла в ней массой 12 г, составляет 60,5 г. Плотность металла, погруженного в пробирку, равна _____ г/см³.
7. За одно и то же время велосипедист проехал 4 км, а мотоциклист – 10 км. Если скорость мотоциклиста на 18 км/ч больше скорости велосипедиста, то велосипедист ехал со скоростью _____ км/ч, а мотоциклист – со скоростью _____ км/ч.
8. Во время дождя башенный кран поднимает пустое ведро со скоростью 1 м/с за 1 минуту, и оно полностью заполняется водой. Если ведро опускать с той же скоростью в течение 1 минуты, то оно заполняется наполовину. Неподвижное ведро заполняется за _____ секунд, а скорость воды в дожде _____ м/с.

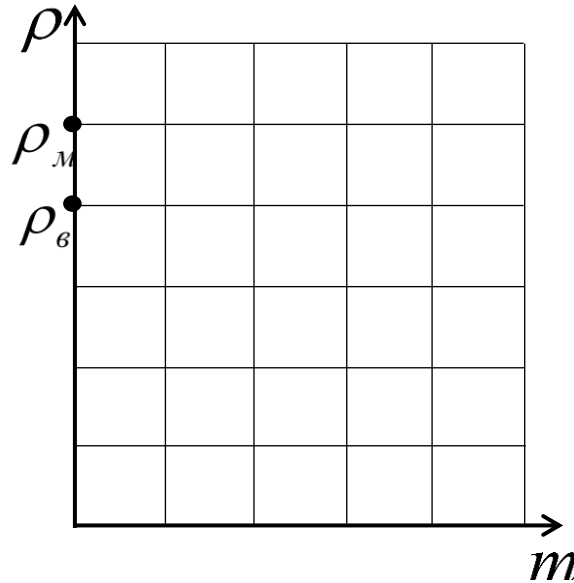
Запишите ответы

9. Если не удастся свинтить гайку с винта, то может помочь нагрев гайки. Почему нагретую гайку легче снять с холодного винта? А если гайку и винт нагреть одинаково? Если гайку охладить или нагреть винт?
10. У вас есть кастрюля емкостью 2 литра, ведро с водой и чайник, в который нужно как можно точнее отлить из ведра 1 литр воды. Как это можно сделать?
11. У вас есть моток тонкой проволоки, карандаш и тетрадь в клетку. Как можно определить диаметр проволоки?

Изобразите ответ

12. На одной координатной сетке начертите графики, отображающие зависимости:

- 1) плотности молока от массы добавленной в него воды;
- 2) плотности воды от массы добавленного в нее молока ($\rho_в < \rho_м$).



ОТВЕТЫ:

1. В. *Комментарий:* В воздухе пылинки совершают броуновское движение, которого в безвоздушном пространстве быть не может. Пылинки будут двигаться в одну сторону, куда их стряхнул космонавт.
2. А. *Комментарий:* Все остальные размеры модели уменьшены во столько же раз, во сколько и высота, объем будет уменьшен в $\left(\frac{300}{0,3}\right)^3$. Отсюда рассчитывается масса модели: $m=2,4$ г.
3. Б. *Комментарий:* Очевидно, что собака будет бегать столько же времени, сколько мальчики идут навстречу друг к другу. Это время можно найти из расстояния 200 м, пройденного с относительной скоростью, равной сумме скоростей мальчиков. Скорость собаки известна, ее путь – 308 м.
4. Б. *Комментарий:* Силы поверхностного натяжения заставят воду в состоянии невесомости принять форму с наименьшей площадью поверхности, для данного объема воды наименьшей площадью будет обладать шар.
5. 0; 60 км/ч; 120 км/ч. *Комментарий:* Ось колеса движется с той же скоростью, что и поезд; если колеса не проскальзывают, то нижняя точка относительно земли покоится, тогда верхняя движется с удвоенной скоростью оси.
6. 8 г/см³. *Комментарий:* Из данных следует, что из пробирки вылилось $12 - (60,5 - 50) = 1,5$ г воды, значит, объем куска металла 1,5 см³, отсюда его плотность $\rho = 12/1,5=8$ г/см³.
7. 12 км/ч, 30 км/ч. *Комментарий:* Выражаем скорость мотоциклиста через скорость велосипедиста:

$$v_м = v_в + 18 \quad \text{и записываем условие равенства времени движения: } \frac{10}{v_в + 18} = \frac{4}{v_в}. \quad \text{Отсюда}$$

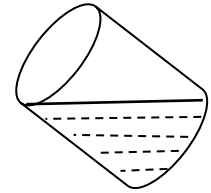
получаем $v_в = 12$ км/ч, $v_м = 30$ км/ч.

8. 80 с, 3 м/с. *Комментарий:* Относительная скорость дождя и ведра при подъеме $v_d + v_e = v_d + 1$, а при спуске $v_d - v_e = v_d - 1$. Объем воды в ведре пропорционален произведению относительной скорости на время, т.е. можно записать, что $(v_d + 1)t_0 = 2(v_d - 1)t_0$, откуда $v_d = 3$ м/с.

Неподвижное ведро: $(v_d + 1)t_0 = v_d t$, $t = \frac{3 + 1}{3} \cdot t_0 = \frac{4}{3}$ минуты = 80 с.

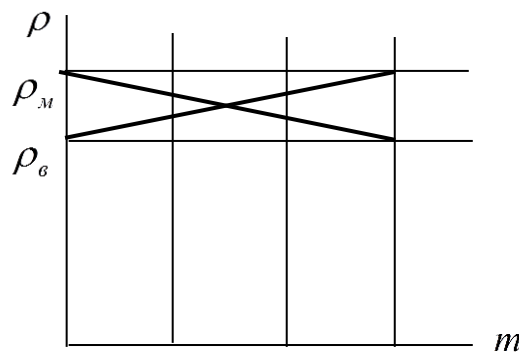
9. Гайка расширяется и легко свертывается. Если нагреть гайку и винт одинаково, то они расширяются одинаково и нагрев не поможет. Если нагреть винт, то гайка будет сидеть еще прочнее.

10. Зачерпнуть из ведра полную кастрюлю, налить в чайник из кастрюли до тех пор, пока уровень воды в кастрюле не совпадет с соединением дна и боковой стенки.



11. Намотать проволоку вплотную на карандаш, сосчитав число витков, и померить с помощью клеток.

12. См. рисунок.



ЗАДАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА (МЭ)

• 2015–2016 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.4 из 1	0.4 из 1	0.1 из 1	0.3 из 1	0.8 из 2	0.7 из 4	0.8 из 3	0.3 из 2	0.4 из 2	0.9 из 3	0.3 из 3	0.8 из 4

Выберите один правильный ответ

1. Корабль «Восток», на котором Юрий Гагарин совершил первый в истории полет в космическое пространство, был рассчитан на космонавта весом 176 фунтов и ростом 2,4 аршина. Мы намеренно использовали здесь старинные русские меры «фунт» и «аршин», чтобы было интересней. Выберите среди следующих величин ту, которая соответствует плотности воды:

а) 87 фунт/аршин³ б) 877 фунт/аршин³ в) 8779 фунт/аршин³ г) 87792 фунт/аршин³

2. Орбита спутника Земли называется геостационарной, если при движении по этой орбите он кажется висящим над одной и той же точкой земной поверхности. Сколько суток требуется такому спутнику, чтобы совершить один полный оборот по своей геостационарной орбите?

а) 1 б) 28 в) 31 г) 365

3. При нагревании воды ее плотность

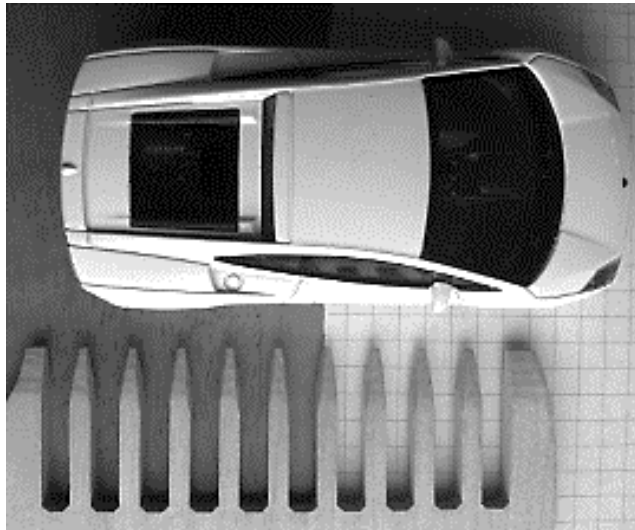
- а) не изменяется в) уменьшается
 б) увеличивается г) может как увеличиваться, так и уменьшаться

4. Третий закон Кеплера можно рассматривать как формулу, связывающую между собой следующие физические величины: массу Солнца M , массу планеты m , длину a большей полуоси орбиты планеты, а также время T , за которое эта планета совершает один оборот вокруг Солнца. Также в формулу входят гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$ и число $\pi = 3.14159\dots$, которое является математической постоянной. Исключив заведомо неверные варианты, выберите из следующих четырех формул ту, которая представляет собой выражение третьего закона Кеплера:

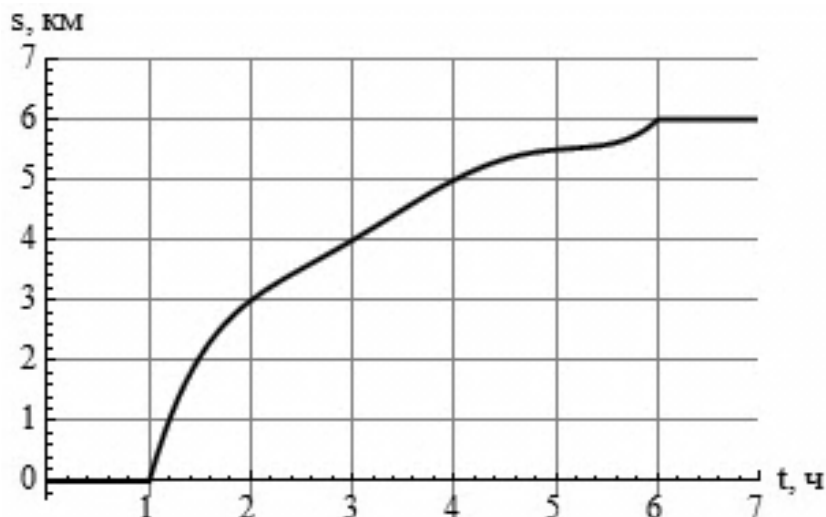
- а) $GT^2(M + m) = 4\pi^2 a^2$ б) $GT^2(M + m) = 4\pi^2 a^3$ в) $GT(M + m) = 4\pi^2 a^2$ г) $GT(M + m) = 4\pi^2 a^3$

Заполните пропуски

5. На столе находятся тетрадный лист, деревянная расческа и игрушечная машинка. Судя по фотографии, длина машинки равна _____ см.

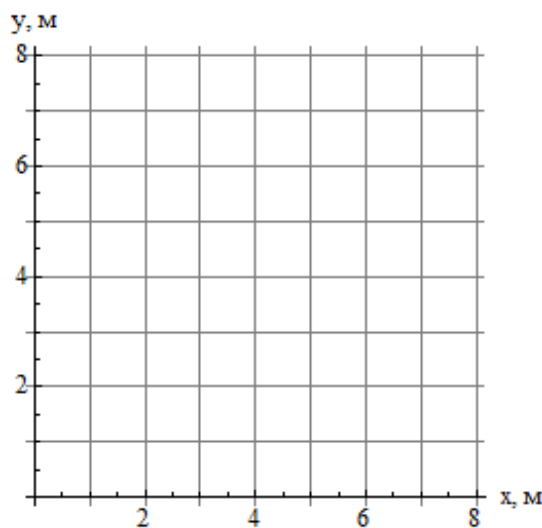
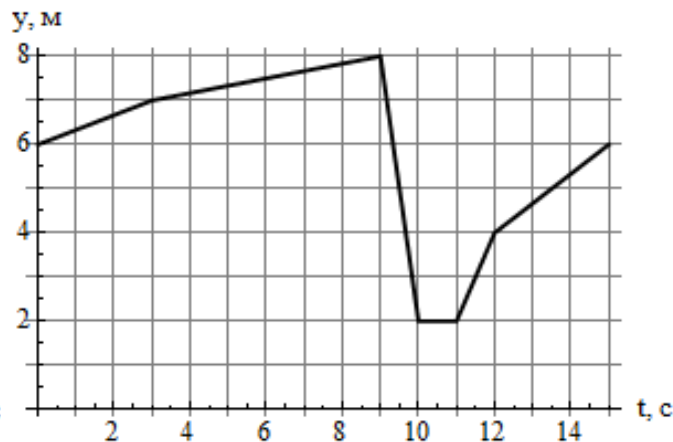
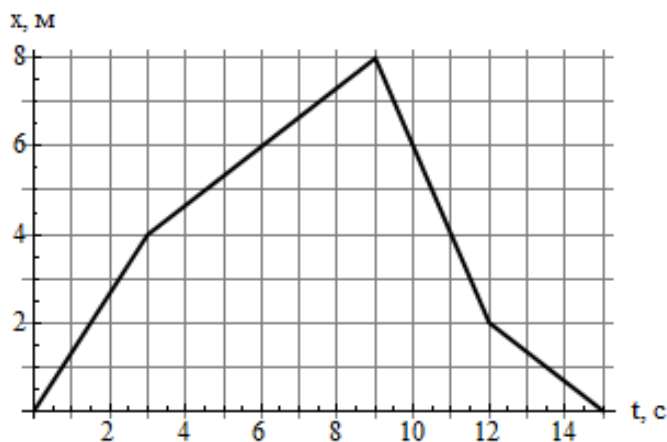


6. Луноход выезжает из пункта А, добирается до пункта Б, быстро разворачивается и тем же путем возвращается в пункт А. Прибор, установленный на луноходе, строит график зависимости пути s , пройденного луноходом, от времени t . Судя по приведенному на рисунке графику, средняя скорость движения лунохода из пункта А в пункт Б составляла _____ км/ч, а из пункта Б в пункт А _____ км/ч.



Изобразите ответ

7. Точка движется по плоскости xOy . На графиках показана зависимость координат x и y точки от времени t . Изобразите траекторию точки на предоставленной Вам координатной плоскости.



Запишите ответ

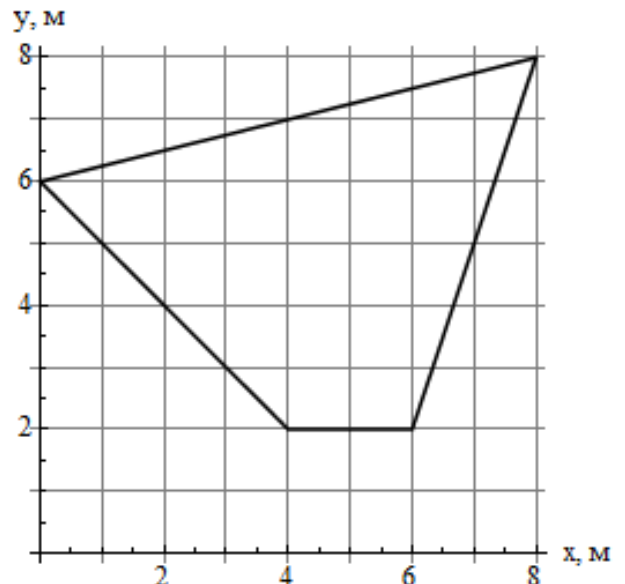
8. Представьте себя космонавтом, парящим в открытом космосе. Перед Вами два грузика и чашечные весы. Сможете ли Вы с помощью весов определить, какой из грузиков имеет большую массу? Если да, то как? Если нет, то почему?
9. Машину, движущуюся со скоростью не более 200 км/ч, снимают на кинокамеру с частотой съемки 24 кадра в секунду. При просмотре получившегося фильма возникает впечатление, что колеса машины вообще не вращались. Длина окружности колеса равна 197 см. С какой скоростью машина двигалась во время съемки?
10. Школьник Вася решил определить жесткость имеющейся у него пружины. Для этого он закрепил один из ее концов в лапке штатива, а на другой конец повесил груз массой 1 кг. Далее он измеряет линейкой, насколько удлинилась пружина, и записывает результат в таблицу. Пять последовательных измерений привели к таким значениям удлинения пружины: 2 см, 3 см, 5 см, 7 см и 8 см. Вася определяет среднее арифметическое этих величин и получает 5 см. Отсюда он заключает, что груз массой 1 кг растягивает пружину в среднем на 5 см, а значит, ее жесткость около 200 Н/м. В чем неправ Вася?
11. Ровно в полдень по марсианскому времени марсоход выехал с базы вблизи марсианского экватора и направился строго на север. В 12:50 он повернул на восток, после чего в 13:30 – на юг, в 15:30 – на

запад, а в 16:40 снова поехал на север. В 17:50 марсоходу была отдана команда возвращаться на базу кратчайшим маршрутом. Какое время показывали марсианские часы, когда марсоход вернулся на базу? Считать, что на протяжении всего пути он двигался примерно с одной и той же скоростью. Все описанные события происходили в один день.

12. Школьнику Васе подарили очень длинную рулетку, и он решил испытать ее, измерив длину железнодорожного состава. К сожалению, Васю не пустили в депо, поэтому он был вынужден проводить измерение с движущимся поездом: заранее прибив «0» рулетки колышком к земле, Вася дождался, когда первый вагон поравняется с колышком, вскочил на велосипед и поехал по направлению к последнему вагону состава, разматывая рулетку. Добравшись до него, Вася остановился и поглядел, до какой отметки размоталась рулетка, – именно это значение он и принял за длину поезда (что было бы верно, если бы поезд покоился). Подкараулив тот же состав на обратном пути, Вася повторил измерение, но на этот раз поехал в том же направлении, что и поезд. Теперь у него получилось 1,5 км – как ни странно, именно такой и была длина состава на самом деле! А каким был результат первого измерения Васи? Считать, что ни Вася, ни поезд никогда не меняют величины своей скорости.

ОТВЕТЫ:

- б) 877 фунт/аршин^3 . *Комментарий:* разумеется, участники не обязаны знать, что 1 аршин = 71,12 см, 1 фунт = 0,41 кг, а идеальные вес и рост космонавта – 72 кг и 170 см соответственно. Достаточно заметить, что масса человека имеет порядок 100 кг, а рост – 2 м, то есть значения в килограммах и метрах примерно те же, что в фунтах и аршинах. Поэтому логично, что и плотность воды должна быть близка к 1000 фунтов на кубический аршин. Это верно только в случае ответа б).
- а) 1. *Комментарий:* столько же, сколько и Земле для оборота вокруг собственной оси.
- г) может как увеличиваться, так и уменьшаться. *Комментарий:* плотность воды увеличивается примерно до температуры 4°C , а в дальнейшем начинает уменьшаться.
- б) $G T^2 (M + m) = 4\pi^2 a^3$. *Комментарий:* остальные варианты исключаются проверкой размерностей.
- 10 см. *Комментарий:* расстояние от самого правого зубца до четвертого справа равно 2,5 см, а задний бампер машинки находится напротив десятого. Значит, от заднего бампера до самого правого зубца 7,5 см. Добавляя к этому 2,5 см до переднего бампера, получаем ответ.
- 3 км/ч; 0,75 км/ч. *Комментарий:* луноход проехал 6 км, поэтому расстояние между пунктами А и Б равно 3 км. Следовательно, в пункте Б он оказался в момент $t = 2$ ч. Кроме того, по графику видно, что он выехал из пункта А в момент $t = 1$ ч, а вернулся в момент $t = 6$ ч, то есть путь «туда» занял 1 ч, а «обратно» – 4 ч, откуда и получаем ответ. Существенно, что ответы 1,5 км/ч и 0,6 км/ч являются неверными, поскольку как до $t = 1$ ч, так и после $t = 6$ ч луноход не двигался, а покоился в пункте А: до $t = 1$ ч еще не выехал, а после $t = 6$ ч уже вернулся.
- Траектория представляет собой четырехугольник. (См. рисунок)



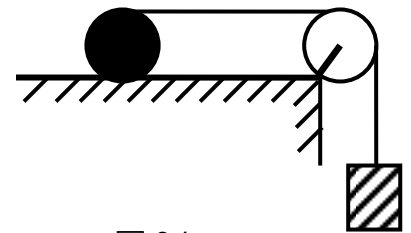
8. Да; следует положить грузики на чаши весов и потянуть весы в направлении от дна чаш (туда, где обычно находится «верх»), тогда груз с большей массой «перевесит». *Комментарий:* масса – это в первую очередь мера инерции, поэтому отсутствие гравитации в космосе – не помеха взвешиванию. Грузик с большей массой будет менее охотно вовлекаться в движение, потому и останется позади второго, менее инертного грузика.
9. 170 км/ч. *Комментарий:* за одну смену кадра колесо делает полный оборот, поэтому машина смещается на 197 см. Следовательно, за секунду она смещается на $24 \times 197 \text{ см} = 47,28 \text{ м}$. Если бы за одну смену кадра колесо делало два оборота, то скорость оказалась бы уже более 340 км/ч.
10. Судя по всему, в ходе эксперимента пружина необратимо деформировалась, а потому ее жесткость менялась от измерения к измерению. *Комментарий:* раз Васе удастся отличить 2 см от 3 см, значит, он пользуется линейкой с ценой деления не более 1 см. Для такой линейки разброс результатов от 2 см до 8 см невозможно объяснить наличием погрешности.
11. 18:20. *Комментарий:* для решения задачи достаточно изобразить траекторию движения марсохода. Последний участок пути – движение строго на восток.
12. 0,5 км. *Комментарий:* за время второго измерения Вася проехал 1,5 км, а поезд 3 км, поэтому Вася движется в два раза медленнее поезда. Поскольку за время первого измерения Вася и поезд в сумме проехали 1,5 км, то 0,5 км из них пришлось на долю Васи.

• 2016–2017 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.3 из 1	0.6 из 1	0.4 из 1	0.3 из 2	0.6 из 2	0.4 из 4	0.8 из 3	0.8 из 2	0.5 из 2	0.2 из 1	1.2 из 2	0.7 из 2

Выберите один правильный ответ

1. Тонкая нерастяжимая нить намотана на цилиндр. Нить переброшена через блок, и к концу ее привязан груз. Под действием груза цилиндр катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. Какой путь пройдет груз, когда цилиндр сделает один полный оборот? Длина окружности цилиндра L .



- 0,5 L L 1,5 L 2 L
2. Ниже перечислены некоторые случаи, в которых действует сила трения. Где-то она полезна, а где-то вредна. Выберите случай, где она вредна.
- Между книгой и столом, на котором она лежит
- Между гвоздем и доской, куда он вбит
- В оси колеса машины
- Между шинами автомобиля и дорогой
3. К динамометру подвешен стакан, заполненный водой до краев. Показание динамометра равно $F = 3 \text{ Н}$. На дно стакана опускают небольшой камень массой $m_{\text{к}} = 100 \text{ г}$, который полностью погружается в воду. Если плотность камня $\rho_{\text{к}} = 2500 \text{ кг/м}^3$, то динамометр теперь показывает:
- 2,4 Н 3,1 Н 3,6 Н 4,0 Н

Заполните пропуски

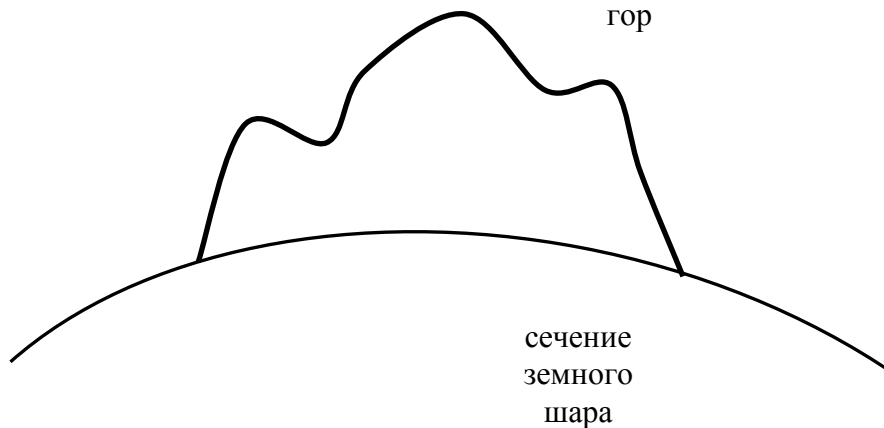
4. Катер, двигаясь без остановок, поднялся вверх по реке на некоторое расстояние, а затем повернул назад и вернулся в пункт отправления. Скорость катера в стоячей воде $v_k = 3$ м/с. Если средняя скорость катера на всем пути $v_{cp} = \frac{15}{16} v_k$, то скорость течения реки равна _____ м/с.
5. Группа туристов, двигаясь цепочкой по обочине дороги со скоростью 3,6 км/ч, растянулись на 200 м. Замыкающий посылает велосипедиста к вожатому, который находится впереди группы. Велосипедист едет со скоростью 7 м/с. Выполнив поручение, он возвращается назад с той же скоростью. Операция заняла _____ секунд.
6. Пассажир электрички заметил, что когда электропоезд начал торможение, с его окном поравнялось начало товарного поезда, идущего по параллельному пути. Затем это случилось, когда после следующей остановки электропоезд снова набрал максимальную скорость. Пассажир измерил время стоянки, 30 секунд, время торможения и разгона тоже оказались по 30 секунд, время движения с постоянной скоростью, 2 минуты, а также по столбикам расстояние между остановками 2,5 км. Из этих данных он определил максимальную скорость электропоезда _____ км/ч и скорость товарного поезда _____ км/ч.

Запишите ответ

7. Два пассажира, имея секундомеры, решили определить скорость поезда, один по стуку колес о стыки рельсов (зная, что длина рельса равна 10 м), а другой по числу телеграфных столбов, мелькавших за окном (зная, что расстояние между столбами 50 м). Первый пассажир при первом стуке колес включил секундомер и на 156-м его остановил. Оказалось, прошло 3 минуты. Второй пассажир при появлении первого столба запустил секундомер и остановил его при появлении 32-го столба. Прошло также 3 минуты. У первого пассажира получилась скорость 31,2 км/ч, у второго – 32 км/ч. Кто из них ошибается и почему? Какова скорость поезда в действительности?
8. Имеется 9 одинаковых по размеру и виду шаров. Известно, что в одном из них есть полость. Как, пользуясь только весами не более двух раз, определить, в каком шаре полость?
9. Известно, что в вакууме время подъема тела, брошенного вертикально вверх, равно времени его падения. Будет ли это равенство иметь место, если учесть сопротивление воздуха? Почему?
10. Если силы сцепления молекул жидкости с молекулами твердого вещества, соприкасающегося с ней, больше сил взаимодействия молекул самой жидкости, то жидкость по поверхности этого тела растекается и говорят, что она его смачивает. В противном случае – не смачивает. Смачивающая жидкость поднимается по тонкой трубке – капилляру, несмачивающая – опускается. Известно, что вода смачивает стекло. Как будет вести себя пузырь воздуха в закрытой стеклянной бутылке с водой в условиях невесомости?
11. Предположим, что весы установлены на Луне. На левую чашку этих весов положили тело, вес которого, определенный пружинными весами в земных условиях, составил 10 Н. На правую чашку положили тело, взвешенное теми же пружинными весами на Луне, вес которого также оказался 10 Н. Будут ли весы в равновесии? Почему?

Изобразите ответ

12. Как нужно прорыть тоннель сквозь гору, чтобы дождевая вода его не затопляла?



ОТВЕТЫ:

1. 2 L. *Комментарий:* При полном обороте цилиндра его ось проходит путь, равный длине его окружности. Верхняя точка, движется с вдвое большей скоростью, значит, нить с грузом проходят путь 2L.
2. В оси колеса машины.
3. 3,6 Н. *Комментарий:* Камень создает дополнительный вес 1 Н, но часть воды весом 0,4 Н выливается, в результате к первоначальному весу добавляется 0,6 Н.

4. 0,75 м/с. *Комментарий:* Средняя скорость $v_{cp} = \frac{S}{t_1 + t_2}$, где $t_1 = \frac{S}{2(v_k - v_p)}$,

$$t_2 = \frac{S}{2(v_k + v_p)}. \text{ Подстановка данных приводит к результату } v_p = \frac{1}{4}v_k = 0,75 \text{ м/с.}$$

5. 58,3 секунды. *Комментарий:* При движении по ходу колонны относительная скорость велосипедиста $v_в - v_к$, в обратном направлении $v_в + v_к$, таким образом, время движения

$$t = \frac{\ell}{v_в - v_к} + \frac{\ell}{v_в + v_к} = 58,3 \text{ секунды.}$$

6. 60 км/ч и 36 км/ч. *Комментарий:* Во время разгона и торможения электропоезда можно считать, что движение происходило со средней скоростью, равной половине максимальной. За это время

проходится путь $\Delta S = \frac{v_3}{2} \Delta t$, но можно разделить на 2 не v_3 (максимальную скорость

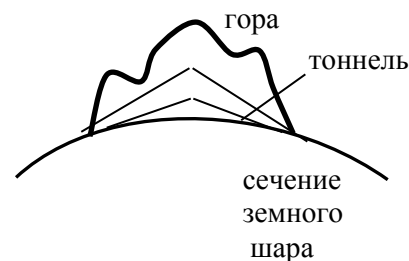
электрички), а Δt : $\Delta S = v_3 \frac{\Delta t}{2}$. Тогда между указанными моментами (всего 5 минут) товарный

поезд пройдет расстояние $5v_T$, а электричка $3v_3$.

С другой стороны, расстояние между остановками будет $L = 2,5v_3 = 2,5 \text{ км.}$

Отсюда $v_3 = 1 \text{ км/мин} = 60 \text{ км/ч}$, а $v_T = \frac{3}{5}v_3 = 36 \text{ км/ч.}$

7. Правильный ответ 31 км/ч. Ошиблись оба. Скорости, которые у них получились, выйдут, если брать все число стыков или столбов, которые они насчитали. Надо же брать число промежутков, т.е. на один меньше числа сосчитанных ориентиров. Тогда получится 31 км/час.
8. Надо разделить все шары на тройки. Положив две тройки на разные чашки весов, определится самая легкая тройка. Из нее уже уравнивать по одному шару. Двух взвешиваний достаточно.
9. Время подъема меньше времени падения. При движении тела вверх сила сопротивления действует вниз и добавляется к силе тяжести, а при движении вниз она действует вверх и вычитается из силы тяжести, таким образом, при подъеме тело будет тормозиться быстрее, чем ускоряться при падении, значит время подъема меньше времени падения.
10. Вода растечется по стенкам, пузырь воздуха примет шарообразную форму. Вода смачивает стекло и растечется по стенкам, силы поверхностного натяжения (о них речь шла в школьном этапе) заставят воздух принять форму, обеспечивающую наименьшую площадь границы с водой, т.е. шар.
11. Нет, перевесит чашка весов, на которой тело, взвешенное на Луне. Вес одного и того же тела на Луне меньше, чем на Земле. Тело, взвешенное на Земле, на Луне будет весить меньше, и перетянет то, которое было взвешено на Луне.
12. Средняя часть должна быть выше краев, тогда вода будет вытекать. См. рисунок.



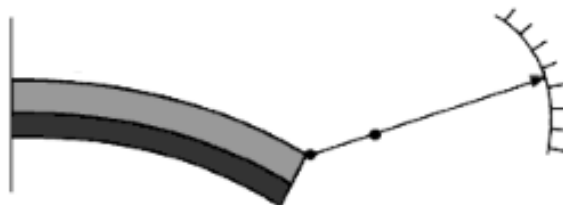
ЗАДАНИЯ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЭТАПА (РЭ)

• 2015–2016 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.3 из 1	0.3 из 2	0.2 из 2	0.5 из 3	0.3 из 3	0.3 из 1	1.4 из 3	1.6 из 2	0.4 из 2	0.5 из 3	0.7 из 2	0.2 из 5

Запишите ответ

1. На рисунке показана схема измерительного прибора, чувствительным элементом в котором является пластинка из двух полос различных металлов, сваренных по всей длине. Что измеряют с помощью такого прибора?

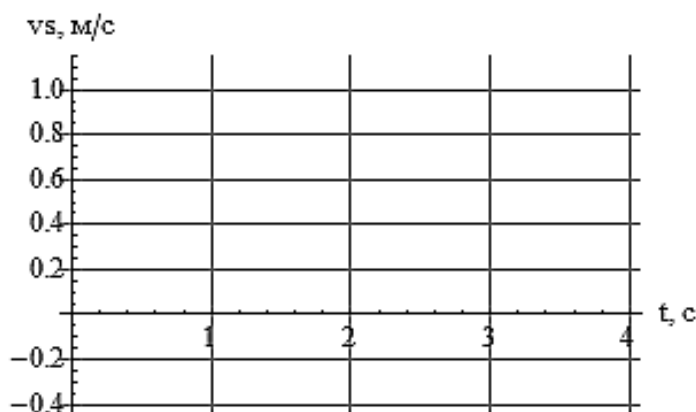
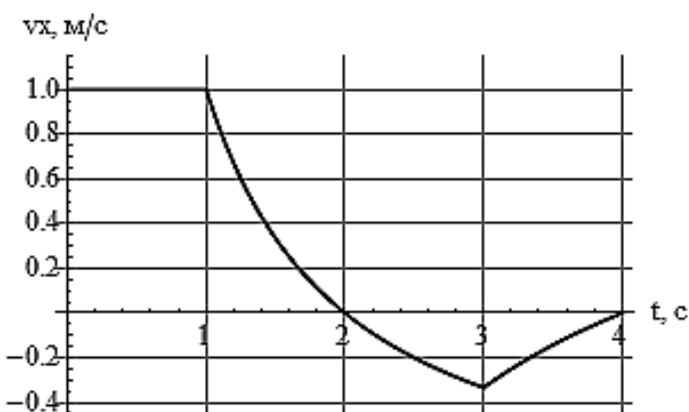


2. Все становится очень странным, когда мы вспоминаем, что Земля – шар. Решая эту задачу, принимайте во внимание, что мы перемещаемся не по плоскости, а по сфере. Представьте, что Вы отправились на прогулку. Сначала Вы отходите от дома по прямой на один километр, затем поворачиваете под прямым углом налево и идете еще четыре километра; далее снова поворачиваете под прямым углом налево и проходите, опять же, четыре километра. На каком расстоянии от дома Вы теперь находитесь?

3. Закон радиоактивного распада гласит, что число ядер вещества, распадающихся в единицу времени, пропорционально числу ядер, еще не распавшихся на данный момент. Отсюда вытекает, что распад половины имеющихся ядер всегда происходит за одно и то же время, характерное для конкретного вещества. Это время называется периодом полураспада; для изотопа висмут-210 оно составляет примерно 4,97 суток. За какое время распадается 99,95% ядер этого изотопа?
4. Предположим, некто установил на самолет источник звука наподобие клаксона и запрограммировал его так, чтобы короткий звуковой сигнал издавался через равные промежутки времени. Самолет стартует из некой начальной точки, летит по прямой, далее быстро разворачивается и по прямой же возвращается назад. В момент вылета самолета в стартовой точке был запущен секундомер, из показаний которого известно, что полет занял ровно 4 минуты, а звук от клаксона доходил до стартовой точки в моменты 00:00, 01:04, 02:08, 03:12, 03:28, 03:44 и 04:00. Найдите скорость движения самолета, если известно, что на протяжении всего полета она была постоянна по модулю. Скорость звука в воздухе примите равной 330 м/с.
5. Зависимость плотности ρ соляного раствора от массовой доли a содержащейся в нем поваренной соли можно приблизительно описать выражением $\rho = \rho_0 / (1 - 0,64 a)$, где $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды без примесей. Определите, насколько увеличится объем чистой воды после растворения в ней 5 г соли, если начальный объем воды был равен а) 1 л; б) 2 л; в) 5 л.
6. Имеются две одинаковые с виду непрозрачные закупоренные бочки, в одной из которых находится вода, а в другой – мед. При этом бочка с водой заполнена до отказа, а меда налито ровно столько, чтобы массы обеих бочек совпадали. Предложите надежный способ выяснить, в какой из бочек вода, а в какой – мед. Открывать их, естественно, запрещено.
7. Героиня пьесы А.Н. Островского «Гроза» Катерина Кабанова задается вопросом: «Отчего люди не летают так, как птицы?» А действительно, отчего? Приведите не более трех причин.

Изобразите ответ

8. Термин «средняя скорость» может пониматься в двух разных значениях: средняя путевая скорость v_s есть отношение пройденного пути ко времени, а средняя скорость по перемещению v_x – соответственно, отношение перемещения ко времени. На графике показана зависимость средней скорости по перемещению от времени t для точки, движущейся прямолинейно. Постройте на втором рисунке соответствующий график для средней путевой скорости.

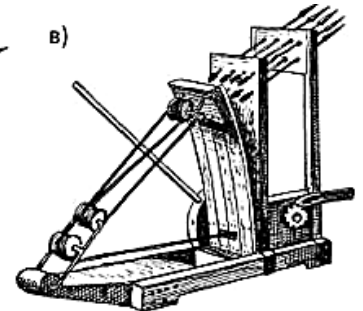
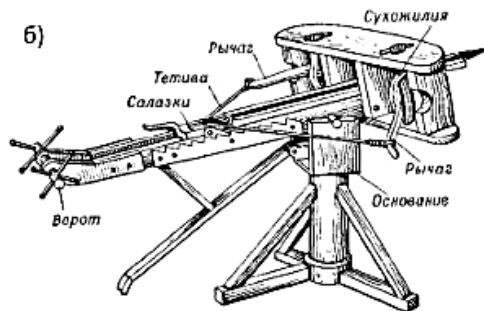
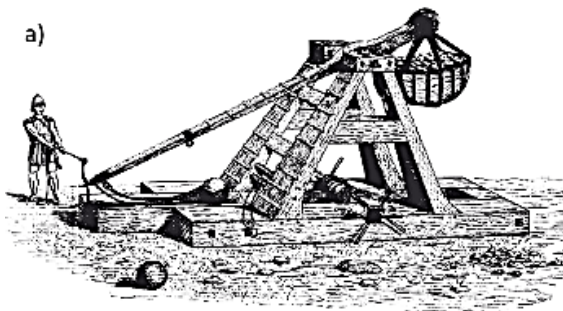


9. На краю стола стоит закрытая коробка, внутри которой наверняка нет ни животных, ни электроники, ни заводных механизмов. Несколько минут она стоит неподвижно, затем безо всяких видимых причин опрокидывается и падает. Изобразите на приведенном рисунке то, что, на Ваш взгляд, могло находиться в коробке. Существенные элементы подпишите.

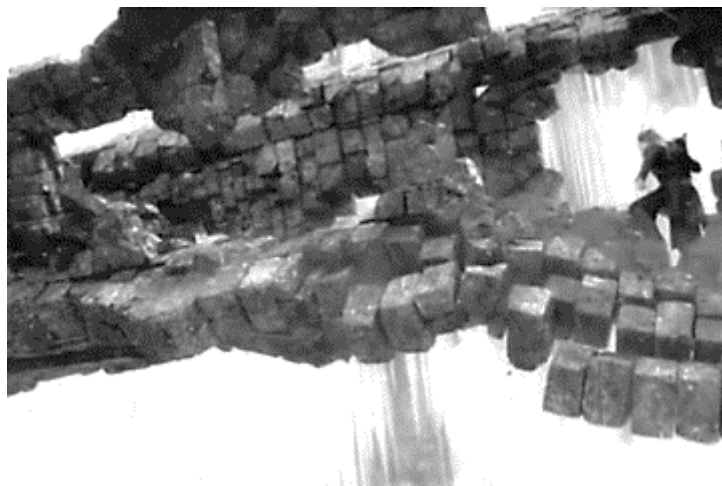


Запишите ответ и краткое обоснование

10. На рисунке изображены три вида осадных орудий: а) требушет, б) стрелометная баллиста и в) бриколь. Каким из этих орудий не удалось бы воспользоваться в открытом космосе?



11. В фильме «Хоббит: Битва пяти воинств» имеется сцена, в которой эльф Леголас бежит по разрушающемуся мосту. Камни, составляющие мост, начинают свободно падать, и эльф, отталкиваясь от них ногами, перебирается с одного камня на другой, пока не оказывается на противоположной стороне моста. Возможно ли это с точки зрения законов физики?



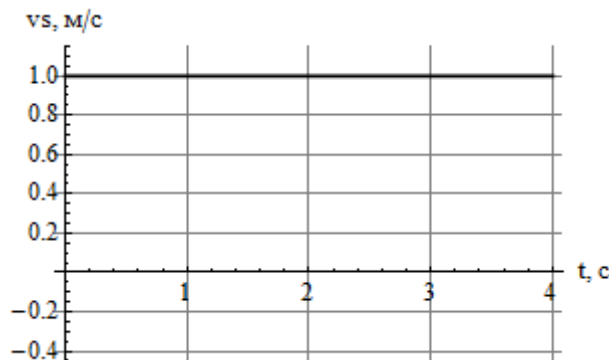
Запишите ответ и основные шаги решения

12. Если вязкая жидкость течет по трубке круглого сечения, то ее объемный расход Q может быть вычислен с помощью формулы Пуазейля по известным значениям радиуса трубки R , ее длины l , давлений p_1 и p_2 на концах трубки, а также параметра n , характеризующего вязкость жидкости, –

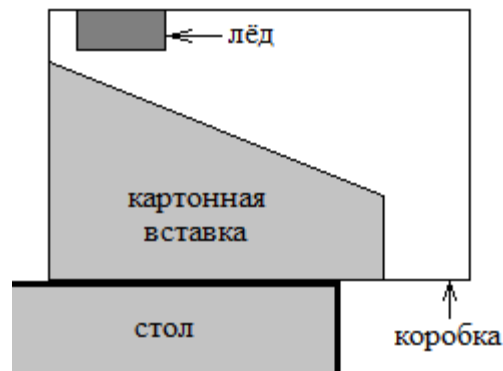
так называемый коэффициент динамической вязкости. Пусть, например, один конец трубки радиусом 1 мм и длиной 1 м опущен в стакан с водой, а другой соединен с камерой, в которой создан вакуум. Используя значения $p_a = 10^5$ Па для атмосферного давления и $\eta = 1$ мПа·с для коэффициента динамической вязкости воды, мы можем получить из формулы Пуазейля $Q \approx 40$ мл/с, то есть в вакуумную камеру будет поступать около 40 мл воды каждую секунду. Основываясь на приведенной информации и простейших физических соображениях, восстановите примерный вид формулы Пуазейля.

ОТВЕТЫ:

1. Температуру.
2. Около 3 км; на плоскости получилось бы 5 км.
3. 54,5 суток.
4. 198 м/с.
5. 1,8 мл (независимо от начального объема).
6. Можно, например, попытаться раскрутить обе бочки вокруг оси; та из них, что содержит воду, окажется значительно податливей.
7. 1) малая площадь рук не позволяет добиться достойного контакта с воздухом; 2) относительно слабые мышцы не позволяют отталкиваться от воздуха с приемлемой силой; 3) масса тела велика, в частности, из-за «неэкономного» строения скелета.
8. См. рисунок



9. Возможный вариант:



10. а) требушето́м; его конструкция содержит в себе противовес, который явно бесполезен в невесомости.

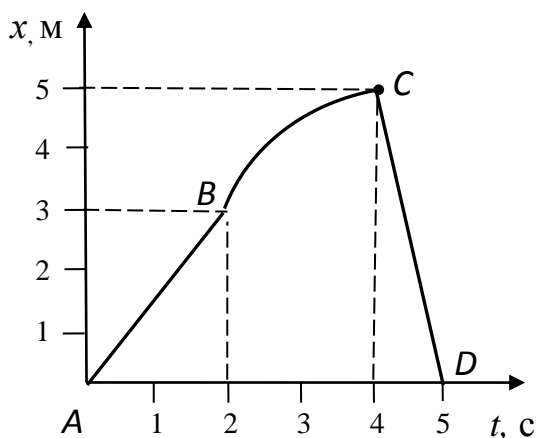
11. Вполне возможно. Отталкиваясь от камней, Леголас в состоянии сообщить себе, вообще говоря, произвольную скорость. Поскольку же мы ничего не знаем о массе эльфов (к слову сказать, из произведений Толкиена можно сделать вывод, что эльфы гораздо легче людей), его действия могут и не оказывать особого влияния на движение камней. Несоответствие законам физики можно было бы усмотреть разве что в различии ускорений Леголаса и камней при свободном падении, но об этом довольно-таки сложно судить по кадрам из фильма.
12. $0,4 (p_2 - p_1)R^4 / (nl)$ (строго говоря, не 0,4, а $\pi/8$). *Решение:* во-первых, ясно, что l , p_1 и p_2 должны входить в формулу только в виде комбинации $(p_2 - p_1)/l$ – это перепад давления в расчете на единицу длины трубки. Размерность этой комбинации Па/м. Дополнительно у нас имеются R , измеряемый в метрах, и n , измеряемый в Па·с. Из этих величин можно составить единственную комбинацию размерности $\text{м}^3/\text{с}$, а именно $(p_2 - p_1)R^4 / (nl)$. Остается определить безразмерный коэффициент, который может стоять перед этой комбинацией. Для этого подставляем $p_2 = p_a = 10^5$ Па, $p_1 = 0$ (вакуум), $R = 1$ мм, $l = 1$ м и $n = 1$ мПа·с; получаем $(p_2 - p_1)R^4 / (nl) = 100$ мл/с вместо требуемых $Q \approx 40$ мл/с, откуда и находим недостающий множитель 0,4.

• 2016–2017 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.6 из 2	0.2 из 2	1.4 из 4	0.5 из 4	0.9 из 4	1 из 4	0.4 из 4	0.9 из 6	0.4 из 6	0.2 из 8	0.1 из 6	0.3 из 6

Запишите ответ

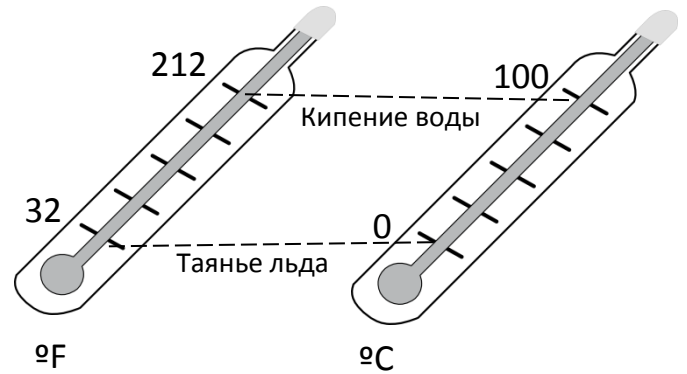
1. Какова средняя путевая скорость на участках AB , BC , CD и на всем пути?



2. Если у вас есть два непроградуированных термометра, то как определить, который из них нагрет больше другого?
3. Моторная лодка проходит расстояние между двумя пунктами A и B по течению реки за время $t_1 = 3$ ч, а плот – за время $t = 12$ ч. Сколько времени затратит моторная лодка на обратный путь?
4. Каков был бы объем короны царя Гиерона, если бы 50% ее веса приходилось на серебро, а масса короны составляла бы 4 кг? Каков был бы объем, если бы она была сделана из чистого золота? Если погрузить корону в воду, налитую в цилиндрический сосуд с площадью основания 500 см^2 (достаточно большой, чтобы вместить корону), то каким было бы изменение уровня воды в каждом из этих случаев? Плотность золота $19,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, серебра – $10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

5. Человек, идущий вниз по спускающемуся эскалатору, затрачивает на спуск 1 минуту. Если он будет идти вдвое быстрее, то затратит на 15 секунд меньше. Сколько времени он будет спускаться, стоя на эскалаторе?

6. В начале XVIII века Габриель Фаренгейт стандартизировал процедуру изготовления ртутных термометров, почти не отличающихся от современных. Он придумал шкалу на свой вкус. По этой шкале температура плавления льда составляет 32 °F, а кипения воды – 212 °F. Примерно в то же время шведский астроном Андерс Цельсий предложил поделить температурный интервал между точкой плавления льда и кипения воды на 100 градусов. Что меньше – градус Фаренгейта или градус Цельсия? На сколько? Какая температура имеет одинаковое значение и по шкале Цельсия, и по шкале Фаренгейта?



7. За сутки на поверхности пруда образовался лед толщиной 5 мм, за вторые сутки добавилось 4 мм. Если температура воздуха не меняется, то увеличение толщины льда обратно пропорционально уже имеющейся толщине. Лед какой толщины будет покрывать пруд через 6 суток?

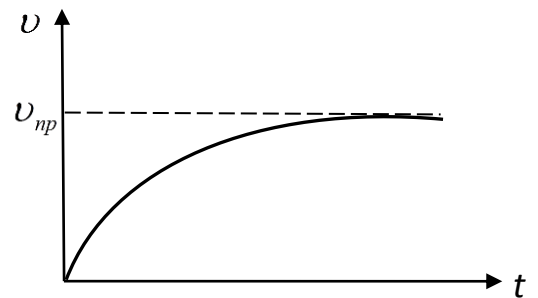
Распишите по суткам, на сколько прибавлялась толщина льда (округлять до десятых долей мм):

- 1) 5 мм 2) 4 мм 3) ____ мм 4) ____ мм 5) ____ мм 6) ____ мм

Запишите ответ и краткое обоснование

8. Идущая вверх по реке моторная лодка встретила сплавляемые по течению плоты. Через час после встречи мотор лодки заглох. Ремонт мотора продолжался 30 минут. Все это время лодка свободно плыла вниз по течению. После ремонта лодка поплыла вниз по течению с прежней скоростью относительно воды и нагнала плот на расстоянии 7,5 км от места их первой встречи. Определить скорость течения реки.

9. Сила «сухого» трения (твердое тело о твердое) не зависит от величины скорости тела. Если же тело движется в вязкой среде (жидкости, газы), то сила трения (сопротивления) увеличивается при возрастании скорости тела. Тогда скорость тела под действием постоянной силы будет зависеть от времени, как показано на рисунке.



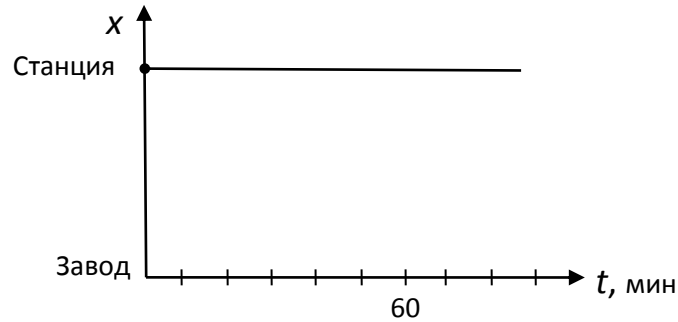
Скорость имеет некоторое предельное значение v_{np} .

Если на тело действует сила тяги F и сила сопротивления $F_{соп} = kv^2$, то как рассчитать v_{np} ?

Если коэффициент k пропорционален площади поверхности тела, и с одинаковой высоты упали два тела похожей формы и близкой плотности, но разного размера, то у которого из них предельная скорость будет больше? Если одновременно сбросить с самолета слона и мышь, то кто раньше упадет на землю?

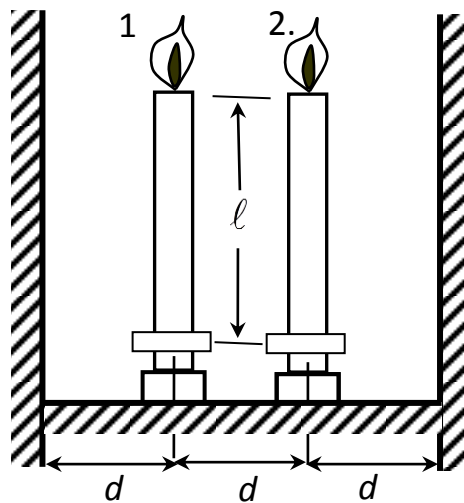
Изобразите решение и запишите ответ

10. Завод, на котором работает инженер, находится за городом. Каждый раз к приходу поезда на станцию приезжает заводская машина, которая доставляет его на место работы. Однажды инженер приехал на станцию на час раньше обычного и, не дожидаясь машины, пошел на завод пешком. По дороге он встретил машину и приехал на завод на 10 минут раньше обычного. Сколько времени шел инженер до встречи с машиной? Решите задачу графически.



Запишите ответ и основные шаги решения

11. Две свечи с начальной длиной ℓ находятся на расстоянии d друг от друга. На таком же расстоянии каждая свеча находится от ближайшей к ней стенки. Оказалось, что тень первой свечи на левой стене неподвижна, а тень второй свечи укорачивается со скоростью ν . Через какое время останется одна свеча, а через какое – сгорят обе?



12. Трое туристов, обладающих одним велосипедом, должны прибыть на базу в кратчайший срок. Время определяется по последнему прибывшему. Велосипед может брать лишь двоих, и третьему туристу приходится сначала идти пешком. Велосипедист сначала доводит второго туриста до некоторой точки дороги, откуда тот продолжает движение пешком, и возвращается за третьим. Найти среднюю скорость туристов, если скорость пешехода $\nu_1 = 4$ км/ч, велосипедиста $\nu_2 = 20$ км/ч.

ОТВЕТЫ:

1. Средняя путевая скорость на участках: $AB - 1,5$ м/с, $BC - 1$ м/с, $CD - 5$ м/с, на всем пути $ABCD - 2$ м/с

2. Привести их в контакт, предотвратить потерю тепла в окружающую среду. Более нагретым был тот термометр, показания которого будут уменьшаться.

3. $t_2 = 6$ часов. *Комментарий:* Обозначим S – расстояние AB , v – скорость лодки в стоячей воде, u –

скорость течения реки. $t = \frac{S}{u}$, $t_1 = \frac{S}{v + u}$. Отсюда $v = u \left(\frac{t}{t_1} - 1 \right)$, $S = ut$. Обратный путь

займет время

$$t_2 = \frac{S}{v - u} = \frac{ut}{u \left(\frac{t}{t_1} - 1 \right) - u} = \frac{t t_1}{t - 2t_1} = 6 \text{ часов.}$$

4. 294 см^3 ; 207 см^3 ; $5,9 \text{ мм}$, 4 мм . *Комментарий:* В первом случае на золото и серебро приходится по 2 кг. Вычисляется каждый объем и складывается. Во втором случае все 4 кг – золото. Для определения изменения уровня воды найденный объем делят на площадь основания.

5. 1,5 минуты или 90 секунд. *Комментарий:* S – длина эскалатора, v – скорость человека относительно эскалатора, u – скорость эскалатора.

$$v + u = \frac{S}{t_1} \Rightarrow v = \frac{S}{t_1} - u, \quad 2v + u = \frac{S}{t_2}, \quad u = S \left(\frac{2}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right) \Rightarrow t_3 = \frac{S}{u} = \frac{t_1 t_2}{2t_2 - t_1} = 90 \text{ с.}$$

6. 1) ${}^\circ\text{F} < {}^\circ\text{C}$, ${}^\circ\text{C} = {}^\circ\text{F} + 0,8$ или ${}^\circ\text{F} = {}^\circ\text{C} - 0,44$ $\left({}^\circ\text{F} = \frac{5}{9} {}^\circ\text{C} \right)$. *Комментарий:* Разность температур $100 {}^\circ\text{C}$

соответствует $(212-32) {}^\circ\text{F}$. Отсюда ${}^\circ\text{F} = \frac{5}{9} {}^\circ\text{C}$.

2) $-40 {}^\circ\text{F} = -40 {}^\circ\text{C}$. *Комментарий:* T_F – температура в ${}^\circ\text{F}$; T_C – в ${}^\circ\text{C}$. $T_F = 32 + \frac{9}{5} T_C$.

Поскольку $T_F = T_C$, то получается $T = -40^\circ$

7. 15,9 мм.

3) 2,2 мм, 4) 1,8 мм, 5) 1,5 мм, 6) 1,4 мм. *Комментарий:* Пусть каждый раз увеличение толщины льда x_n , n – номер суток. На вторые сутки была толщина 5 мм, наросло 4 мм, на третьи – была толщина 9

мм, наросло x_3 . $\frac{4}{x_3} = \frac{9}{5} \Rightarrow x_3 = \frac{20}{9}$ и так далее.

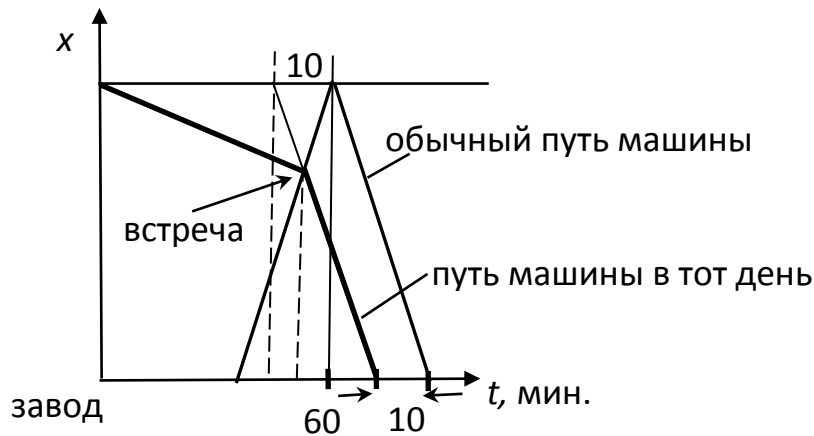
8. 3 км/ч. *Комментарий:* Удобно перейти в систему отсчета, связанную с рекой. Лодка удаляется от плотов в течение 1 часа, пока ремонтируют мотор, расстояние между лодкой и плотами не меняется, значит, она будет догонять плот также в течение 1 часа. Полное время движения плотов от одной встречи до другой 2,5 часа. Скорость реки $7,5/2,5 = 3$ км/ч.

9. 1) $v_{np} = \sqrt{\frac{F}{k}}$; 2) у большего тела предельная скорость больше; 3) раньше упадет слон.

Комментарии: 1) Предельная скорость достигается, когда сила сопротивления сравнивается с силой «тяги». 2) Сила тяжести пропорциональна объему тела, т.е. кубу линейного размера, коэффициент k – площади поверхности, т.е. квадрату линейного размера тела

$v_{np} = \sqrt{F/k} \propto \sqrt{L^3/L^2} = \sqrt{L}$ - у большего тела больше. 3) Из 2) следует, что слон упадет быстрее.

10. 55 минут. Из чертежа видно, что встреча произошла через 55 минут после прихода поезда.



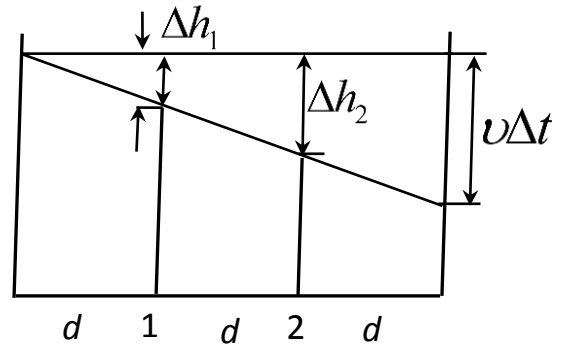
11. $\frac{3\ell}{2v}, 3\frac{\ell}{v}$.

За время Δt первая свеча укоротится на Δh_1 , вторая - на Δh_2 , тень от второй свечи переместится на $v\Delta t$. Из подобия треугольников следует:

$$\frac{\Delta h_1}{d} = \frac{\Delta h_2}{2d} = \frac{v\Delta t}{3d}$$

Скорости укорачивания свечей:

$$\frac{\Delta h_1}{\Delta t} = \frac{v}{3}; \quad \frac{\Delta h_2}{\Delta t} = \frac{2}{3}v \Rightarrow t_1 = \frac{3\ell}{v}, t_2 = \frac{3\ell}{2v}$$



12. 10 км/ч. Очевидно, что минимальное время получится, если все трое придут одновременно. Значит, время, когда второй и третий туристы идут пешком, одинаково. Одинаково и время, когда они едут. Пусть Δt_1 - время езды, Δt_2 - время возвращения велосипедиста за третьим туристом. Тогда пешком второй и третий прошли по $\Delta t_1 + \Delta t_2$. $v_1(\Delta t_1 + \Delta t_2) + v_2\Delta t_1 = v_{cp}(\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_1)$. Когда первый турист (на велосипеде) доехал до третьего (шедшего пешком), он проехал $v_2\Delta t_1$ в прямом направлении и $v_2\Delta t_2$ - в обратном.

Получаем второе уравнение: $v_2\Delta t_1 - v_2\Delta t_2 = v_1(\Delta t_1 + \Delta t_2)$.

Совместное решение уравнений дает $v_{cp} = \frac{3v_1 + v_2}{3v_2 + v_1}v_2 = 10$ км/ч

8 класс

ЗАДАНИЯ ШКОЛЬНОГО ЭТАПА (ШЭ)

• 2015–2016 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.4 из 1	0.4 из 1	0.3 из 1	0.6 из 1	0.8 из 3	1 из 3	1.4 из 3	0.7 из 4	0.6 из 2	0.5 из 2	0.6 из 2	0.5 из 4

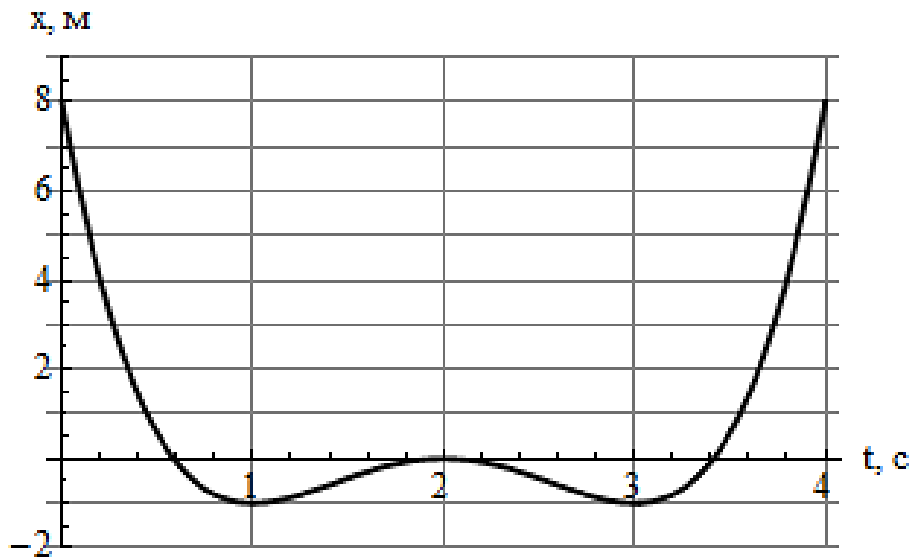
Выберите один правильный ответ

- С помощью какого из этих измерительных приборов можно определить объем спичечного коробка, если больше ничего не дано?
 - ртутный барометр
 - ртутный термометр
 - секундомер
 - ни один из приведенных приборов не годится
- Плотность вещества можно измерять в
 - $\text{Па}^2 \cdot \text{с}^5 / \text{кг}$
 - $\text{Па} \cdot \text{с}^4 / \text{кг}^2$
 - $\text{Па} \cdot \text{с}^4 / \text{кг}^3$
 - $\text{Па}^3 \cdot \text{с}^6 / \text{кг}^2$
- В механике часто используется понятие абсолютно твердого тела – это модель реального тела, представляющая собой набор точек, расстояние между любыми двумя из которых не меняется в изучаемом процессе. Так, например, при решении задачи о полете возвращающегося бумеранга сам бумеранг можно рассматривать как абсолютно твердое тело, потому что его деформации очень малы и почти не сказываются на особенностях полета. Какого минимального числа величин достаточно, чтобы однозначно указать положение такого бумеранга в заданный момент времени?
 - 2
 - 3
 - 5
 - 6
- Луна совершает один оборот вокруг собственной оси примерно за то же время, что и один оборот по орбите вокруг Земли (чуть менее месяца). Именно по этой причине
 - земные моря подвержены приливам и отливам;
 - с Земли наблюдается смена фаз Луны: она то прибывает, то убывает;
 - на Луне не бывает снега;
 - с Земли всегда видна только одна сторона Луны.

Заполните пропуски

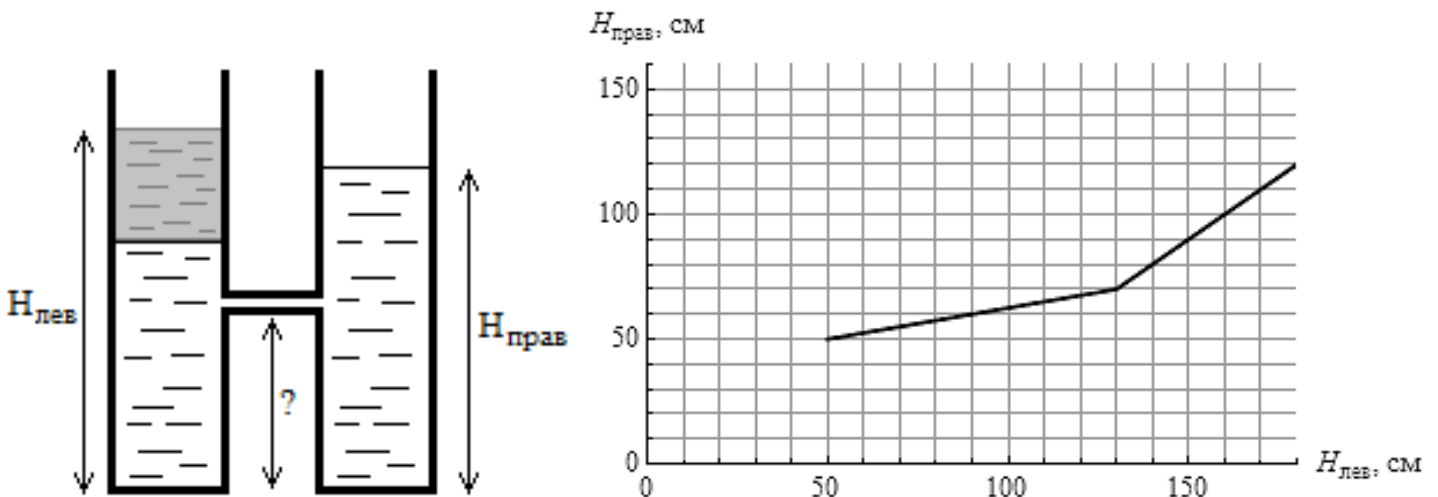
- Пустая теплоизолированная цистерна, теплоемкостью которой можно пренебречь, может наполняться водой из двух кранов с вентилями. Сначала открывают только один из вентиляей, и через минуту в цистерне оказывается 10 л воды при температуре 10°C . В этот момент открывают второй вентиль, и еще через минуту в цистерне оказывается уже 50 л воды при температуре 34°C . Это значит, что температура воды, идущей из второго крана, равна _____ $^\circ\text{C}$, а через несколько часов температура воды в цистерне будет _____ $^\circ\text{C}$.

6. Точка движется вдоль оси Ox . Судя по графику зависимости ее координаты x от времени t , за 4 с точка прошла путь _____ м. Наименьшая по абсолютной величине скорость, достигнутая точкой в процессе движения, была равна _____ м/с.



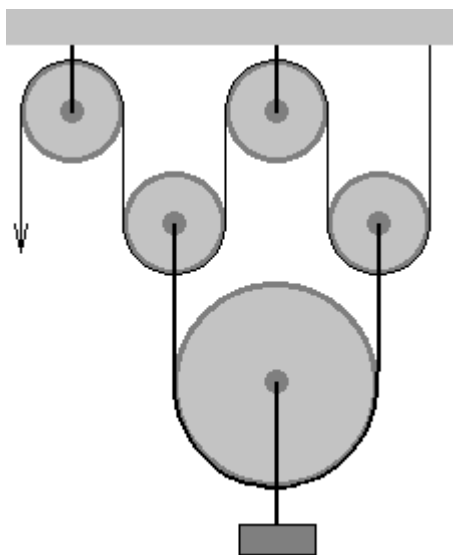
7. Часто приходится слышать шуточный вопрос: что тяжелее – килограмм ваты или килограмм железа? Казалось бы, килограмм – он и есть килограмм. Но на деле не все так просто: если в земных условиях воспользоваться высокоточными чашечными весами, положив килограмм ваты на одну чашу, а килограмм железа на другую, то перевесит чаша с _____. Это объясняется небольшим различием между силами, с которыми железо и вата будут взаимодействовать с _____.

8. На горизонтальной поверхности стоят два одинаковых цилиндрических сосуда с водой, сообщающихся посредством трубочки пренебрежимо малого объема. Изначально в сосудах содержится некоторое количество воды. Далее в левый сосуд начинают медленно доливать легкую жидкость и попутно измеряют, какими оказываются суммарные уровни жидкости $H_{\text{лев}}$ и $H_{\text{прав}}$ в левом и правом сосудах соответственно. Судя по графику зависимости $H_{\text{прав}}$ от $H_{\text{лев}}$, трубочка находится на высоте _____ см от дна сосудов, а плотность легкой жидкости _____ кг/м^3 .



Запишите ответ

9. Рассмотрим автомобиль, двигатель которого развивает мощность 113 лошадиных сил при КПД 30%, а бензобак имеет вместимость 60 литров. Сколько минут можно ехать на этом автомобиле на пределе мощности без дозаправки? Удельная теплота сгорания бензина 42,9 МДж/кг, его плотность 710 кг/м^3 , в одной лошадиной силе 735,5 Вт.
10. Вася считает, что короткая нить всегда крепче длинной, взятой из того же мотка. Он доказывает это следующим образом: отрезает от мотка нить примерно метровой длины и подвешивает на нее полиэтиленовый мешок. Постепенно подсыпая в этот мешок сахар, Вася добивается того, что нитка не выдерживает и рвется. Тогда он поднимает мешок за то, что осталось от привязанной к нему нити – и теперь она уже запросто выдерживает вес мешка! Вася многократно повторяет этот эксперимент и всякий раз наблюдает одну и ту же картину. Забавно, что в действительности прочность нити почти не зависит от ее длины. Почему же эксперимент Васи приводит к противоположным результатам?
11. На рисунке показана система из пяти блоков. Какую силу необходимо приложить к свободному концу нити, чтобы поднять груз массой 100 кг?



12. Маша не верит, что самолеты и космические аппараты делаются из металла – ведь они были бы слишком тяжелыми, чтобы летать! Вася решает раз и навсегда убедить Машу. С этой целью он покупает листы алюминия, сооружает из них огромный полый куб и наполняет его гелием вместо воздуха. На следующее утро Маша увидела этот куб парящим над городом безо всяких подпорок. Какое минимальное число листов алюминия пришлось купить Васе? Размер одного листа $0,5 \times 1200 \times 3000 \text{ мм}$, плотность алюминия 2700 кг/м^3 , плотности воздуха и гелия при нормальных условиях $1,29 \text{ кг/м}^3$ и $0,18 \text{ кг/м}^3$ соответственно.

ОТВЕТЫ:

1. а) ртутный барометр. *Комментарий:* шкала ртутного барометра, как правило, проградуирована в миллиметрах ртутного столба (или в единицах, которые связаны с ними фиксированным образом), то есть представляет собой обыкновенную линейку. Измерив ею габариты коробка, несложно вычислить и его объем.
2. г) $\text{Па}^3 \cdot \text{с}^6 / \text{кг}^2$. *Комментарий:* $\text{Па} = \text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с}^2)$.

3. г) 6. *Комментарий:* три пространственные координаты и три угла.
4. г) с Земли всегда видна только одна сторона Луны. *Комментарий:* остальные перечисленные явления, конечно, тоже имеют место, но объясняются они совсем иначе. Любопытно, что большинство спутников в Солнечной системе обладает тем же самым свойством.
5. 50; 40. *Комментарий:* к концу второй минуты в цистерну поступило 20 л воды с температурой 10°C из первого крана и 30 л воды из второго. Тем самым температура воды во втором кране $(50 \text{ л} \times 34^{\circ}\text{C} - 20 \text{ л} \times 10^{\circ}\text{C}) / 30 \text{ л} = 50^{\circ}\text{C}$. Через несколько часов температура воды в цистерне будет определяться тем, что поступающие за час из обоих кранов 40 л воды должны после смешивания обладать той же температурой, что и уже имеющаяся в цистерне вода, то есть $(10 \text{ л} \times 10^{\circ}\text{C} + 30 \text{ л} \times 50^{\circ}\text{C}) / 40 \text{ л} = 40^{\circ}\text{C}$.
6. 20; 0. *Комментарий:* 9 м в отрицательном направлении, потом 1 м в положительном, 1 м в отрицательном и снова 9 м в положительном. В процессе движения точка трижды останавливалась.
7. Железом; воздухом. *Комментарий:* килограмм ваты обладает большим объемом, нежели килограмм железа, поэтому и действующая на него выталкивающая сила окажется больше. Следует заметить, что этот эффект не является ничтожным: при описанном измерении железо окажется «тяжелее» на величину порядка грамма.
8. 30; 400. *Комментарий:* излом на графике соответствует моменту, когда граница раздела между жидкостями в левом сосуде добирается до трубочки (вся легкая жидкость, доливаемая в дальнейшем, будет поровну распределяться между сосудами, чем и объясняется ход луча с угловым коэффициентом 1). Следовательно, трубочка находится на высоте $2 \cdot 50 \text{ см} - 70 \text{ см} = 30 \text{ см}$. При этом столб воды над уровнем трубочки в правом сосуде имеет высоту $70 \text{ см} - 30 \text{ см} = 40 \text{ см}$, а столб жидкости в левом $130 \text{ см} - 30 \text{ см} = 100 \text{ см}$. Отсюда плотность легкой жидкости $1000 \text{ кг/м}^3 \times 40 \text{ см} / 100 \text{ см} = 400 \text{ кг/м}^3$.
9. 110. *Комментарий:* с одного бака можно получить энергию $0,06 \text{ м}^3 \times 710 \text{ кг/м}^3 \times 42,9 \text{ МДж/кг} \times 30\% = 550 \text{ МДж}$. При этом за минуту автомобиль совершает работу $113 \times 735,5 \text{ Вт} \times 60 \text{ с} = 5 \text{ МДж}$. Следовательно, он может ехать на протяжении $550 / 5 = 110$ минут.
10. Нить всегда рвется по самому тонкому месту. Куски порванной нити от этого тончайшего места уже избавлены, так что оказываются чуточку крепче самой нити до ее разрыва. Тем самым длина нитей здесь вообще ни при чем. *Комментарий:* Васе следовало бы изначально отрезать от мотка несколько нитей различной длины, после чего сравнить, сколько сахара нужно для разрыва каждой из них. Оказалось бы, что это количество никак не связано с длиной нити, а определяется какими-то случайными факторами.
11. 245 Н. *Комментарий:* чтобы поднять груз на 1 мм, нужно вытянуть нить на 4 мм.
12. 89. *Комментарий:* обозначим ребро куба R . Тогда масса стенок куба равна $2700 \text{ кг/м}^3 \times 6R^2 \times 0,5 \text{ мм}$, а его объем R^3 . Сравнивая силу тяжести (с учетом гелия, находящегося внутри куба) и силу Архимеда, находим $R = 7,3 \text{ м}$ – и впрямь немаленький кубик. Площадь его поверхности $6R^2 = 320 \text{ м}^2$, а площадь одного листа $3,6 \text{ м}^2$, поэтому потребуется по меньшей мере 89 листов.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.5 из 1	0.6 из 1	0.9 из 2	1 из 2	0.8 из 2	0.5 из 3	0.8 из 4	1.3 из 3	1.5 из 2	1.2 из 2	0.8 из 3	0.7 из 5

Выберите один правильный ответ

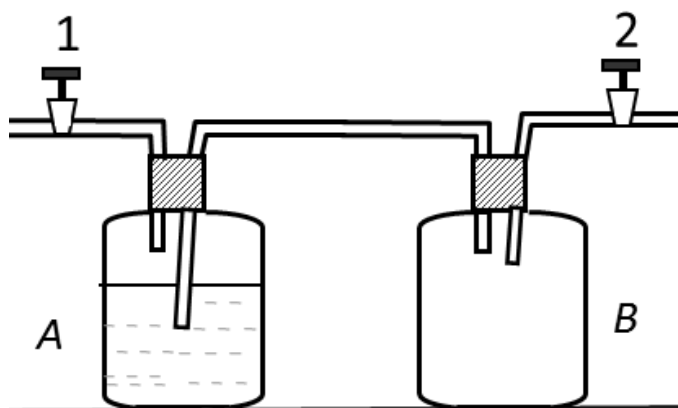
- Найдите верное соотношение между единицами измерения.

А) Па = Н·м Б) Н = Дж/м² В) Дж = Па· м³ Г) Н = Дж/Па
- Самые большие планеты Солнечной системы – Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун – состоят из газообразного вещества. Если в какую-либо из этих планет погрузится твердое тело, то в каком направлении на него будет действовать выталкивающая сила?

А) к центру Б) от центра В) силы не будет Г) против вращения планеты
- Часть воды из сосуда *A* можно перелить в сосуд *B* двумя способами:

1) при закрытом кране 2 увеличить давление воздуха в сосуде *A*;
2) при закрытом кране 1 уменьшить давление воздуха в сосуде *B*.

Одинаковое ли количество воды перетечет из одного сосуда в другой, если воздуха накачивают в сосуд *A* в случае 1 столько же, сколько откачивают из сосуда *B* в случае 2?

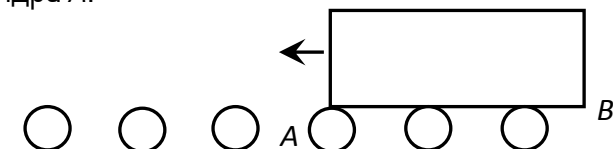


- А) Да, одинаковое В) В случае 2 больше
Б) В случае 1 больше Г) Вода не потечет
- Подъемный кран приподнял рельс, лежащий горизонтально на земле, за один конец в течение 3 секунд. Какова полезная работа, если масса рельса 1000 кг, а скорость поднятия 30 м/мин.

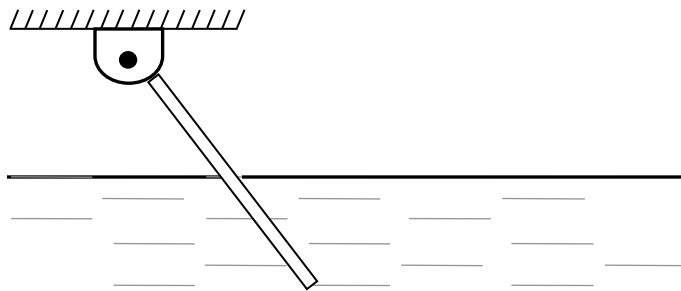
А) 5 кДж Б) 7,5 кДж В) 10 кДж Г) 15 кДж

Заполните пропуски

- Тяжелые вещи можно перемещать на катках. Тяжелый ящик, установленный на одинаковых катках, двигают влево. Проскальзывания нет. Ящик длиной 1 метр пройдет путь _____ м, когда точка *B* достигнет макушки цилиндра *A*.

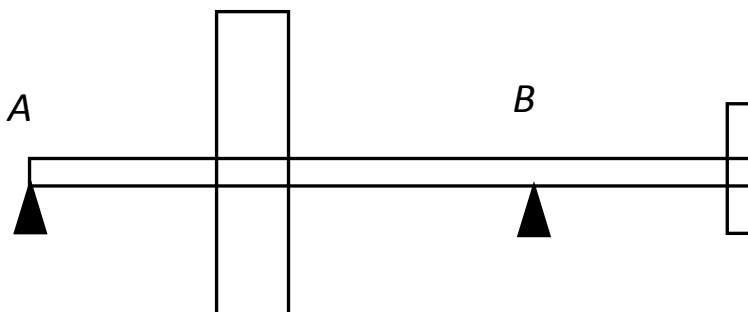


6. Палка шарнирно укреплена за верхний конец и наполовину погружена в воду.



Эта палка изготовлена из материала с плотностью _____ кг/м³.

7. Вал массой 80 кг лежит на двух опорах, расстояние между которыми $AB=1$ м и выступает за опору B на 0,6 м. Посередине между опорами на вал насажен маховик массой 240 кг, а на выступающем конце – шкив массой 30 кг.



Сила давления на опору A равна _____ кН, на опору B – _____ кН.

8. Кусок льда массой 700 г поместили в калориметр с водой. Масса воды 2,5 кг, начальная температура 5°C. Когда установилось равновесие, оказалось, что лед увеличил свою массу на 64 г. Значит, начальная температура льда была _____ °C.

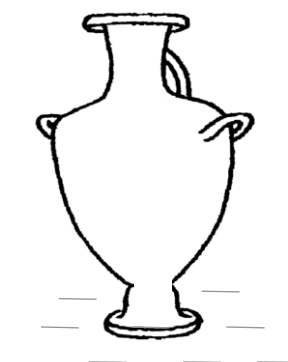
Запишите ответы

9. Перед поездкой на автомобиле после дождя по грунтовой дороге водитель ослабил давление в шинах автомобиля. Следовало ли это делать?
10. Зачем электрические лампочки накаливания заполняются газом под давлением ниже атмосферного?

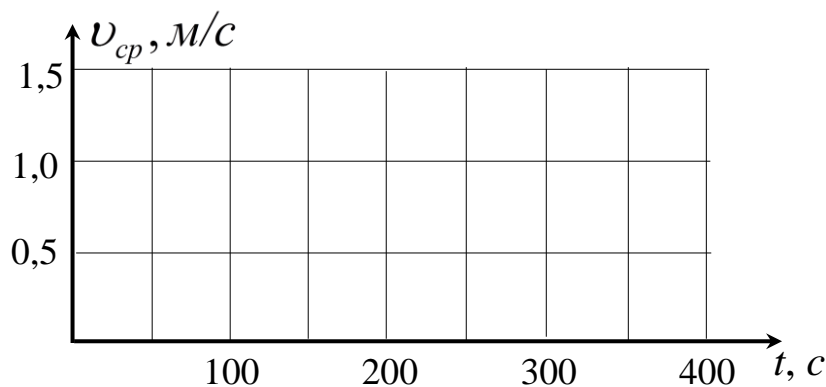
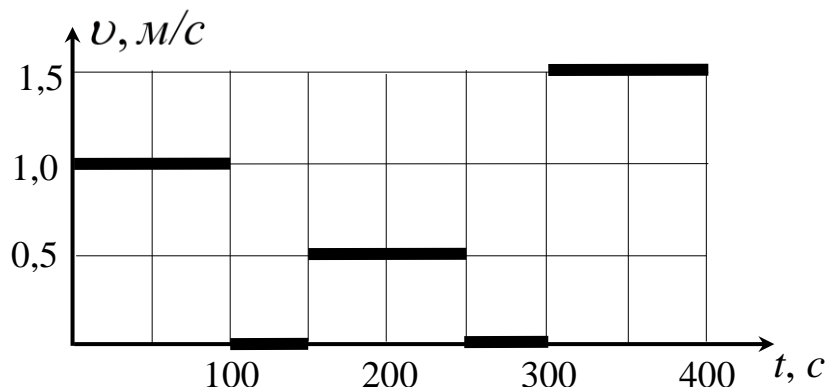
Изобразите ответ

11. Отметьте линиями, при каких примерно уровнях горячей воды в сосуде после охлаждения ее до комнатной температуры давление на дно сосуда:

- а) уменьшится,
- б) увеличится,
- в) не изменится.



12. На графике показана зависимость величины скорости лунохода от времени. Как зависит от времени его средняя скорость от начала движения до текущего момента?



ОТВЕТЫ:

- В. *Комментарий:* Известно, что $\text{Па} = \text{Н}/\text{м}^2$, $\text{Дж} = \text{Н}\cdot\text{м}$ – по определению. Отсюда $\text{Н} = \text{Па} \cdot \text{м}^2$, $\text{Дж} = \text{Па} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{м} = \text{Па} \cdot \text{м}^3$
- Б. *Комментарий:* Сила тяжести вещества планеты направлена к центру, значит, ближе к центру давление будет больше, и выталкивающая сила будет направлена от центра.
- Б. *Комментарий:* Первоначально в сосуде А было меньше воздуха, чем в сосуде В. Если в А накачать такое же количество воздуха, как откачать из В, то давление в А в случае 1) увеличится на большую величину, чем уменьшится в В в случае 2). Таким образом, во втором случае воды перетечет меньше.
- Б. *Комментарий:* При подъеме рельса за один конец нужна сила, равная половине веса рельса, т.к. надо уравновесить моменты силы тяжести и приложенной силы относительно другого конца – опоры. Высота поднятия определяется произведением скорости на время. Таким образом, полезная работа получается 7,5 Дж, если считать $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.
- 2 м. *Комментарий:* Скорость ящика относительно верхней точки катка равна нулю, скорость нижней точки катка относительно земли 0. Если скорость оси катка относительно земли v , то скорость ящика $2v$. Таким образом, ящик проходит вдвое больший путь, чем каток. Когда ящик переместится на 1 метр, каток уедет на 0,5 м. Значит, если каток уйдет на 1 метр (из т. А в т. В), то ящик переместится на 2 м.

6. 750 кг/м^3 . *Комментарий:* На палку действует сила тяжести и сила Архимеда. Момент силы тяжести относительно верхнего конца $\rho \ell S g \frac{\ell}{2}$ (ρ - плотность палки, ℓ - ее длина, S - площадь сечения), а момент силы Архимеда $\rho_{\text{в}} \frac{\ell}{2} S g \frac{3\ell}{4}$ ($\rho_{\text{в}}$ - плотность воды). Уравниваем эти моменты и получаем $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$.

7. 1,2 кН, 2,3 кН. *Комментарий:* Вычисляя силу давления на опору А, уравниваем моменты сил относительно опоры В. Центр масс вала на расстоянии 20 см от опоры В, маховик – на расстоянии 50 см, а шкив – 60 см. $-F_A \cdot 1 + 80 \text{ г} \cdot 0,2 + 240 \text{ г} \cdot 0,5 = 30 \text{ г} \cdot 0,6$, $F_A = (16 + 120 - 18) \text{ г} \approx 1,2 \text{ кН}$

Для вычисления силы давления на опору В моменты сил берутся относительно опоры А.

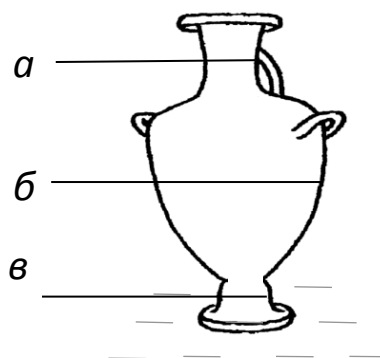
$$240 \text{ г} \cdot 0,5 + 80 \text{ г} \cdot 0,8 + 30 \text{ г} \cdot 1,6 = F_B \cdot 1 \text{ м}, \quad F_B = (120 + 64 + 48) \text{ г} \approx 2,3 \text{ кН}$$

8. -50°C . *Комментарий:* Часть воды массой 64 г замерзла. В системе в равновесии находятся вода и лед, значит температура смеси 0°C . Вода остыла до нуля $^\circ \text{C}$ и частично замерзла, а лед нагрелся от начальной температуры до 0°C .

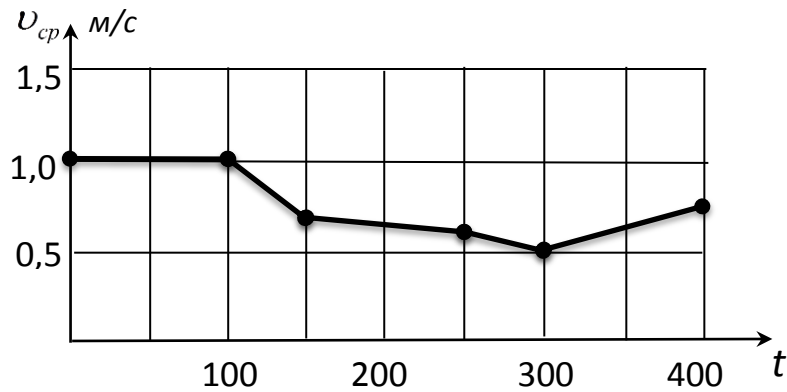
Составляется уравнение теплового баланса: $c_{\text{в}} m_{\text{в}} \cdot 5 + \lambda \Delta m = c_{\lambda} m_{\lambda} \cdot (0 - t_0)$ ($c_{\text{в}}$ и c_{λ} - соответственно удельные теплоемкости воды и льда, $m_{\text{в}}$ и m_{λ} - начальные массы воды и льда, λ - удельная теплота плавления льда, Δm - изменение массы льда, t_0 - искомая температура).

$$t_0 = - \frac{5c_{\text{в}} m_{\text{в}} + \lambda \Delta m}{c_{\lambda} m_{\lambda}} = -50^\circ \text{C}.$$

9. Да, это увеличит сцепление с грунтом и предотвратит проскальзывание.
10. При высокой температуре, когда лампа будет гореть, давление газа возрастет и, чтобы лампа не лопнула, начальное давление делают ниже.
11. Когда вода остывает, ее объем уменьшается, значит, уровень воды понизится. Рассмотрим нижнюю часть, близкую к цилиндрической. Если вода налита до этого уровня, то высота уменьшится во столько же раз, во сколько увеличится плотность. Давление не изменится. Это уровень «в». Если вода налита до широкой части сосуда, то высота уменьшится меньше, чем увеличится плотность, давление увеличится – уровень «б». В узкой части относительное уменьшение высоты больше увеличения плотности, и давление уменьшится – уровень «а».



12. Средняя скорость по определению равна отношению полного пути от начала движения к времени. К концу каждого участка определяем путь, делим на время и получаем график.



ЗАДАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА (МЭ)

• 2015-2016 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.3 из 1	0.7 из 2	0.2 из 1	0.3 из 1	1 из 4	0.2 из 5	0.3 из 2	0.2 из 2	0.4 из 2	0.8 из 3	0.2 из 3	0.1 из 3

Выберите один правильный ответ

- Корабль «Восток», на котором Юрий Гагарин совершил первый в истории полет в космическое пространство, был рассчитан на космонавта весом 16,9 килозолотников и ростом 9,6 пядей. Мы намеренно использовали здесь старинные русские меры «золотник» и «пядь», чтобы было интересней. Выберите среди следующих величин ту, которая соответствует плотности воды:

а) 13 золотник/пядь³ в) 1319 золотник/пядь³
 б) 131 золотник/пядь³ г) 13194 золотник/пядь³
- Для взвешивания яблока на разноплечих весах используют набор стограммовых гирек. Сначала яблоко кладут на левую чашу; в этом случае для достижения равновесия на правую чашу приходится поставить шесть гирек. Затем гирьки убирают, а яблоко перекадывают на правую чашу. Как только на левую чашу ставят первую гирьку, она тут же перевешивает. Тогда одну гирьку добавляют и на правую чашу, в результате чего достигается равновесие. Какова масса яблока?

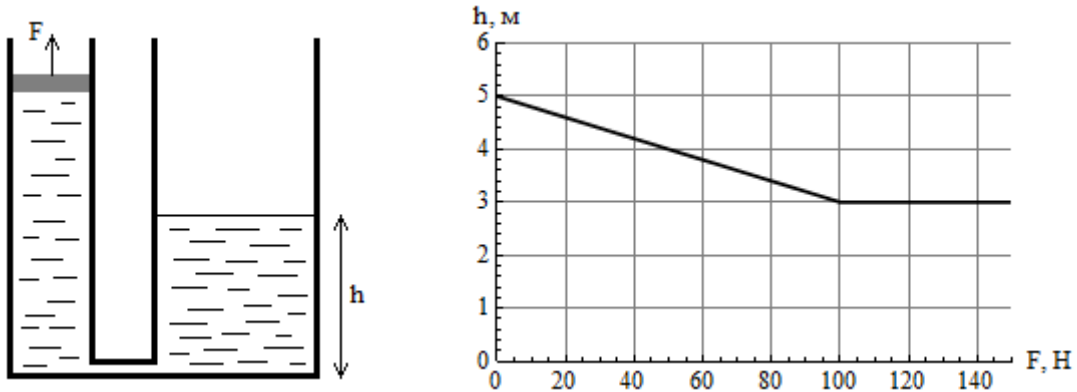
а) 100 г б) 200 г в) 300 г г) 400 г
- Какая из следующих физических величин имеет размерность m^2/c^2 ?

а) Теплоемкость в) Давление
 б) Скорость г) Удельная теплота парообразования
- Формула Циолковского позволяет определить массу M топлива, необходимого для разгона ракеты массой m (без учета топлива) до скорости v , если известна скорость u истечения газов из сопла ракетного двигателя. В эту формулу также входит число $e = 2,71828\dots$, которое является математической постоянной. Исключив заведомо неверные варианты, выберите из следующих четырех выражений то, которое представляет собой формулу Циолковского:

а) $M = m(e^{u/v} + 1)$ б) $M = m(e^{v/u} + 1)$ в) $M = m(e^{u/v} - 1)$ г) $M = m(e^{v/u} - 1)$

Заполните пропуски

5. Два высоких цилиндрических сосуда с водой сообщаются у основания посредством трубочки пренебрежимо малого объема. В левом сосуде имеется легкий подвижный поршень, плотно прилегающий к стенкам сосуда и касающийся поверхности воды. Если к этому поршню приложить силу F , направленную вверх, то уровень воды в правом сосуде установится на высоте h . Судя по приведенному графику зависимости h от величины F , площадь сечения левого сосуда равна _____ см^2 , площадь сечения правого сосуда _____ см^2 , а суммарный объем воды в сосудах _____ л. Для упрощения расчетов принять, что атмосферное давление равно 100 кПа, а ускорение свободного падения 10 м/с^2 .

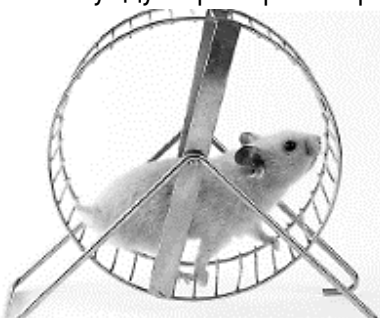


6. Рассмотрим тело, замедляющееся под действием силы сопротивления воздуха. Можно показать, что его скорость v зависит от времени t следующим образом:
 $v = v_0 / (1 + \alpha v_0 t)$, где α – постоянная величина, зависящая от свойств тела, а v_0 – скорость тела в начальный момент $t = 0$. Допустим, известно, что при начальной скорости движения тела $v_0 = 2 \text{ м/с}$ его скорость через $t = 1 \text{ с}$ будет равна $v = 1 \text{ м/с}$. Тогда при начальной скорости $v_0 = 8 \text{ м/с}$ скорость тела через $t = 1 \text{ с}$ будет равна $v =$ _____ м/с , при $v_0 = 100 \text{ м/с}$ через $t = 1 \text{ с}$ будет $v =$ _____ м/с , при $v_0 = 200 \text{ м/с}$ через $t = 1 \text{ с}$ будет $v =$ _____ м/с , а при $v_0 = 200 \text{ м/с}$ через $t = 2 \text{ с}$ будет $v =$ _____ м/с . Все ответы округлите до 0,1 м/с .

Запишите ответ

7. Некоторое помещение круглосуточно освещается единственной лампочкой, потребляющей мощность 60 Вт. Источником электроэнергии для этой лампочки служит переносной генератор, ручку которого почти постоянно крутит маленькая рыжая макака. Допустим, она питается исключительно бананами, а организм макаки имеет КПД около 25%. Сколько бананов должна съесть в день макака, чтобы не истощиться? Один банан весит около 220 г, из которых 40% составляет кожура. Энергетическая ценность банана 374 кДж на 100 г.

8. Хомяка, бегущего в колесе со скоростью 2 км/ч, снимают на кинокамеру с частотой съемки 24 кадра в секунду. При просмотре получившегося фильма возникает впечатление, что перекладки, на которые наступает хомяк, размылись и слились в единую дорожку. Хомяка заставляют бежать быстрее, пока не добиваются того, что при просмотре фильма все перекладки оказываются хорошо различимыми для зрителя: они будто бы вообще не движутся. Какова скорость хомяка в этот момент, если расстояние между соседними перекладками равно 1 см (под скоростью хомяка здесь понимается та скорость, с которой он перемещался бы по закрепленной поверхности)?



9. Школьник Вася решил определить жесткость имеющейся у него пружины. Для этого он закрепляет один из ее концов в лапке штатива, а на другой конец подвешивает грузы различных масс. Далее он замеряет линейкой, насколько удлинилась пружина под весом данного груза, и записывает результат в таблицу. Для каждого из опытов Вася вычисляет соответствующее значение жесткости и также вносит его в таблицу. В итоге получилось следующее:

Масса груза, кг	1	2	3	4	5
Удлинение пружины, см	1	3	5	8	12
Вычисленная жесткость, Н/м	1000	667	600	500	417

Вася определяет среднее арифметическое величин из третьей строки и получает примерно 637 Н/м. Именно эту величину он и принимает за жесткость пружины. В чем неправ Вася?

10. Ровно в полдень по марсианскому времени марсоход выехал с базы вблизи марсианского экватора и направился строго на север. В 12:50 он повернул на восток, после чего в 13:30 – на юг, в 15:30 – на запад, а в 16:40 снова поехал на север. В 17:10 марсоходу была отдана команда возвращаться на базу кратчайшим маршрутом. Какое время показывали марсианские часы, когда марсоход вернулся на базу? Считать, что на протяжении всего пути он двигался примерно с одной и той же скоростью. Все описанные события происходили в один день.
11. Школьнику Васе подарили очень длинную рулетку, и он решил испытать ее, измерив длину железнодорожного состава. К сожалению, Васю не пустили в депо, поэтому он был вынужден проводить измерение с движущимся поездом: заранее прибив «0» рулетки колышком к земле, Вася дождался, когда первый вагон поравняется с колышком, вскочил на велосипед и поехал по направлению к последнему вагону состава, разматывая рулетку. Добравшись до него, Вася остановился и обнаружил, что рулетка размоталась до отметки 200 м, – именно это значение он и принял за длину поезда (что было бы верно, если бы поезд покоился). Подкараулив тот же состав на обратном пути, Вася повторил измерение, но на этот раз поехал в том же направлении, что и поезд. Теперь у него получилось 300 м. А какова на самом деле длина состава? Считать, что ни Вася, ни поезд никогда не меняют величины своей скорости.
12. В цилиндрическом калориметре находится некоторый объем воды. В нее погружают холодную свинцовую дробинку, и на дробинку начинает намерзать лед. Когда процесс завершается, дробинку извлекают, а на ее место помещают вторую точно такую же дробинку. После того, как и эта дробинка перестает обрастать льдом, ее также извлекают. Известно, что после извлечения первой дробинки уровень воды в калориметре составлял 99% от начального, а после извлечения второй – 93% от начального. Какой была температура воды в калориметре до погружения дробинки? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда 335 кДж/кг. До погружения в воду дробинки имели одинаковую температуру.

ОТВЕТЫ:

1. в) 1319 золотник/пядь³. *Комментарий:* разумеется, участники не обязаны знать, что 1 пядь = 17,78 см, 1 золотник = 4,26 г, а идеальные вес и рост космонавта – 72 кг и 170 см соответственно. Достаточно заметить, что масса человека имеет порядок 100 кг, что, согласно условию, дает около 20000 золотников. Следовательно, в 1 кг порядка 200 золотников. Аналогично, рост человека

- порядка 2 м, а потому 1 м – это где-то 5 пядей. Выходит, что 1000 кг/м^3 – это величина порядка $1000 \times 200 / 5^3 = 1600$ золотников на кубическую пядь. Только ответ в) имеет подходящий порядок величины.
2. б) 200 г. *Комментарий:* пусть масса яблока $x \cdot 100$ г. Тогда $x / 6 = 1 / (x + 1)$, то есть $x^2 + x - 6 = 0$. Это квадратное уравнение можно и не решать: достаточно проверить, какой из предложенных корней ему удовлетворяет.
 3. г) Удельная теплота парообразования. *Комментарий:* $\text{Дж/кг} = \text{м}^2/\text{с}^2$.
 4. г) $M = m(e^{v/u} - 1)$. *Комментарий:* ясно, что для разгона ракеты до скорости $v = 0$ необходимо топливо массой $M = 0$. Варианты а) - в) этому требованию не отвечают.
 5. 10 см^2 ; 40 см^2 ; 25 л. *Комментарий:* по графику видно, что при $F = 100 \text{ Н}$ жидкость в левом сосуде перестает подниматься. Это значит, что под поршнем впервые образуется вакуум (при больших значениях силы поршень будет ускоренно двигаться вверх по сосуду, но на воду это не повлияет), откуда площадь сечения левого сосуда $S_1 = 100 \text{ Н} / 100 \text{ кПа} = 10 \text{ см}^2$. К этому моменту уровень воды в правом сосуде понизился на 2 м, а в левом поднялся на $2 \text{ м} \times S_2 / S_1$, откуда $1000 \text{ кг/м}^3 \times 10 \text{ м/с}^2 \times (2 \text{ м} + 2 \text{ м} \times S_2 / S_1) = 100 \text{ кПа}$ и, следовательно, $S_2 = 40 \text{ см}^2$. При $F = 0$ уровень воды в обоих сосудах был равен 5 м, поэтому суммарный объем воды $5 \text{ м} \times 10 \text{ см}^2 + 5 \text{ м} \times 40 \text{ см}^2 = 25 \text{ л}$.
 6. $1,6 \text{ м/с}$; $2,0 \text{ м/с}$; $2,0 \text{ м/с}$; $1,0 \text{ м/с}$. *Комментарий:* перепишем зависимость в виде $1/v = 1/v_0 + a t$. Отсюда находим, что $a = 0,5 \text{ м}^{-1}$. Примечательно, что при больших значениях v_0 скорость v почти не зависит от самого v_0 и приблизительно равна $v = 1 / (a t)$.
 7. 42. *Комментарий:* один банан дает $220 \text{ г} \times 60\% \times 374 \text{ кДж} / 100 \text{ г} = 493680 \text{ Дж}$. Этого хватит на $493680 \text{ Дж} \times 25\% / 60 \text{ Вт} = 2057 \text{ с}$ освещения. Соответственно, в сутки макаке потребуется $24 \cdot 3600 / 2057 = 42$ банана.
 8. $2,6 \text{ км/ч}$. *Комментарий:* пусть за смену одного кадра на место каждой перекадины приходит k -тая от нее по счету. Тогда за секунду хомяк пробегает $24 \times k \times 1 \text{ см}$, то есть его скорость равна $k \times 0,864 \text{ км/ч}$. При $k = 2$ эта величина еще меньше 2 км/ч , зато при $k = 3$ имеем скорость $2,592 \text{ км/ч}$.
 9. Деформации пружины слишком явно не подчиняются закону Гука, чтобы пытаться охарактеризовать ее конкретным значением жесткости. *Комментарий:* закон Гука выполняется только для малых удлинений пружины. Видимо, в эксперименте Васи эти удлинения оказались не такими уж и малыми.
 10. 18:00. *Комментарий:* для решения задачи достаточно изобразить траекторию движения марсохода. Последний участок пути – движение по гипотенузе прямоугольного треугольника с известными катетами.
 11. 1200 м. *Комментарий:* обозначим скорость Васи u , а скорость поезда v . Тогда первое измерение заняло у Васи время $200 \text{ м} / u$, за которое поезд проехал $200 \text{ м} \times v / u$, откуда длина поезда $200 \text{ м} \times (v / u + 1)$. Повторяя аналогичные рассуждения для второго измерения, получаем длину поезда $300 \text{ м} \times (v / u - 1)$. Сравнивая эти выражения, находим $v / u = 5$, откуда и следует ответ.

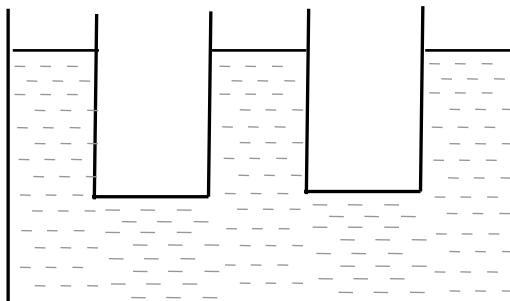
12. 4°C. *Комментарий:* обе дробинки нагрелись до 0°C, поэтому забрали у воды одинаковое количество тепла. В случае первой дробинки это $335 \text{ кДж/кг} \times 1\% \times m + 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)} \times m \times t$, где m – начальная масса воды, а t – искомая температура. В случае второй же $335 \text{ кДж/кг} \times 6\% \times m$. Сравнивая эти выражения, получаем ответ.

• 2016-2017 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.3 из 1	0.3 из 1	0.3 из 1	0.6 из 3	0.3 из 2	0.2 из 4	0.3 из 1	0.7 из 2	0.4 из 3	0.3 из 2	0.1 из 3	0.6 из 3

Выберите один правильный ответ

1. Аэростат весом P и подъемной силой F опускается с постоянной скоростью v . При этом сила сопротивления воздуха равна f (сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости). Чтобы аэростат стал с той же скоростью подниматься, из него нужно выбросить балласт весом ...
- $P/2$
 $2F$
 $(P - F + f)/2$
 $2f$
2. Три одинаковых сообщающихся сосуда частично заполнены водой. Когда в левый сосуд налили слой керосина высотой $H_1 = 20$ см, а в правый – высотой 25 см, уровень в среднем сосуде повысился. На сколько? Плотность керосина 800 кг/м^3 .

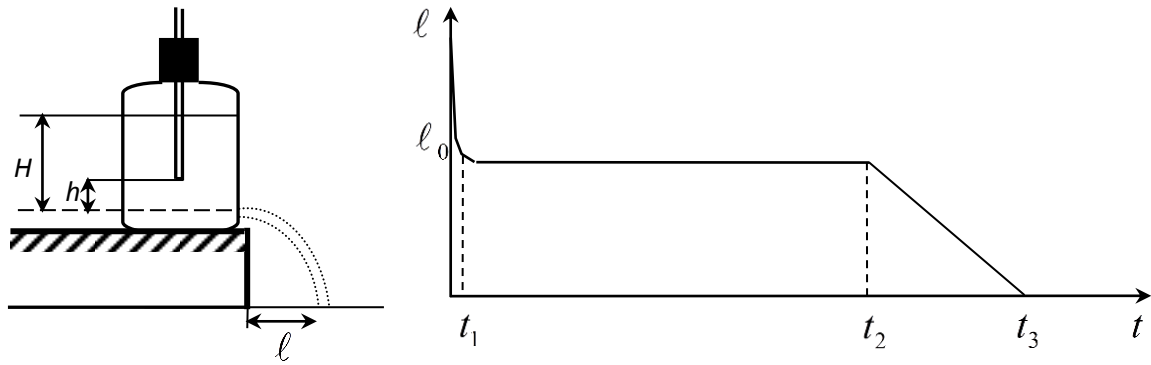


- 10 см
 15 см
 12 см
 18 см
3. Когда половая щетка уравновешена на спинке стула, какая ее часть тяжелее: короткая или длинная?
- одинаковы
 короткая
 длинная
 вопрос не имеет смысла

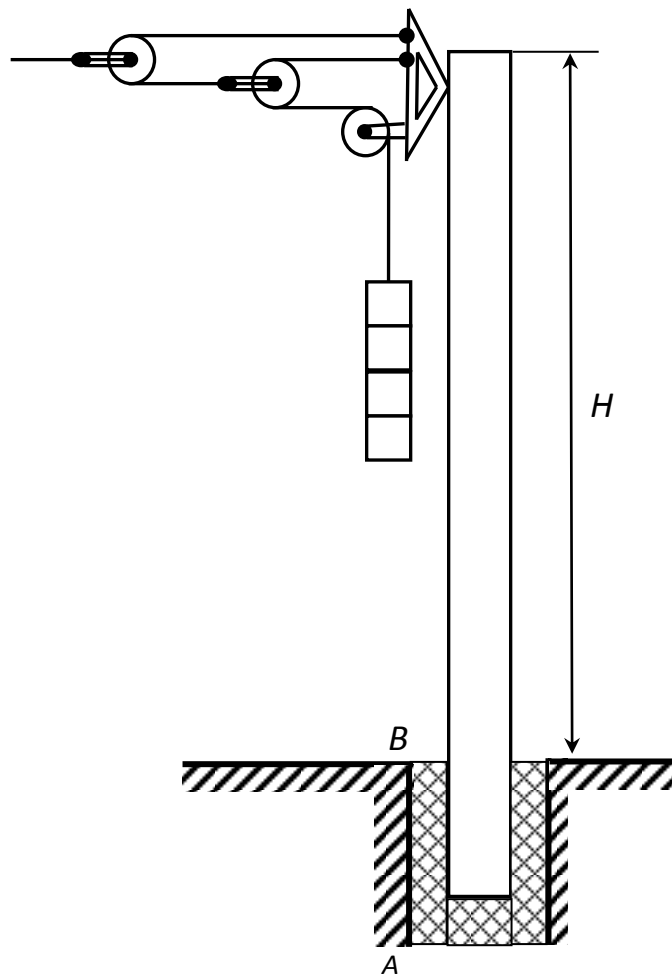
Заполните пропуски

4. Гвоздь длиной 10 см забili в доску толщиной 5 см так, что половина гвоздя прошла на вылет. При вытаскивании гвоздя потребовалось приложить силу 1,8 кН. На вытаскивание гвоздя затрачена работа _____ Дж.

5. В сосуде, изображенном на рисунке, отверстие было ниже уровня воды в сосуде на $H = 50$ см. В горлышко сосуда вставили пробку с трубкой и стали измерять, на какое расстояние ℓ улетит струя из отверстия в зависимости от времени, начиная от момента открытия отверстия. Зависимость получилась как на графике. Время t_1 мало по сравнению с $t_2 = 1$ мин. и $t_3 = 1,5$ мин. Из этих данных следует, что нижний конец трубки находится на высоте $h = \underline{\hspace{2cm}}$ см над отверстием.



6. Чтобы провод трамвайной линии был натянут, его конец прикреплен к столбу, как показано на рисунке.

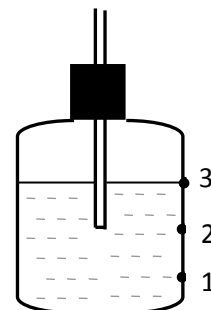


Масса одного груза 100 кг. Столб стоит в бетонном цилиндрическом колодце, высота столба над землей $H=10$ м, под землей $AB=1,6$ м. Столб испытывает силу давления $\underline{\hspace{2cm}}$ кН в точке A и $\underline{\hspace{2cm}}$ кН в точке B .

Запишите ответ

7. Как нагревалась бы вода на горелке в условиях невесомости?
8. Сядьте прямо: ноги до колен и спина вертикальны. Теперь попробуйте встать из такого положения, не опираясь руками, не двигая ноги под сиденье, не наклоняя торс. Если Вам это удалось, то поздравляем: Вам прямая дорога в акробаты. Если нет – объясните, почему.

9. На рисунке изображен так называемый сосуд Мариотта. В сосуде имеются три отверстия (1, 2, 3), заткнутые пробками. Первоначально уровень воды в сосуде выше отверстия 3. Затем горлышко закрывают пробкой с трубкой, нижний конец которой оказывается на уровне отверстия 2. Открывают отверстие 1 и вода вытекает. Когда уровень воды в сосуде сравняется с отверстием 3, отверстие 1 затыкают.



Что будет, если теперь открыть отверстие 2? 3?

10. В двух одинаковых запаянных с обоих концов трубках имеется капля ртути. В одной из трубок нет воздуха. Трубки лежат на горизонтальной поверхности, и капли ртути расположены посередине. Как, не прикасаясь к трубкам, определить, в какой из них нет воздуха?

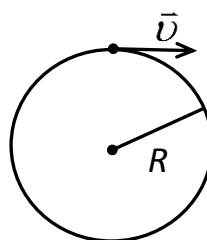
11. Имеется резервуар, в котором подогревается проточная вода нагревателем мощностью P . При расходе воды $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ между втекающей и вытекающей водой поддерживается разность температур ΔT . При втрое большем расходе воды для создания и поддержания той же разности температур требуется подключить два таких нагревателя. Запишите уравнения для определения расхода воды $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ и мощности потерь P' , и получите формулы для расчета этих величин.

Изобразите ответ

12. Состояние тела в механике определяется его скоростью. Если действие всех сил на тело уравновешено, то его состояние не изменяется. Если же сила, действующая на тело, отлична от нуля, то тело движется с ускорением. Величина ускорения показывает, как быстро скорость изменяется. Например, Вы знаете, что сила тяжести тела равна произведению его массы на некоторую константу g . (g – это есть ускорение, с которым падают тела вблизи поверхности Земли).

Исходя из изложенного:

- а) выразите единицу силы – Ньютон – через кг, м, с
- б) чему может быть равно (пропорционально) ускорение тела при его равномерном движении по окружности?
- в) нарисуйте, куда направлено такое ускорение (обозначьте буквой \vec{a})



ОТВЕТЫ:

1. 2f. *Комментарий:* Так как скорость вверх и вниз одинакова, то величина силы сопротивления тоже одинакова, только направлена при движении вниз – вверх, а при движении вверх – вниз. Условия равновесия: при движении вниз $P=F+f$, при движении вверх $P - \Delta P + f = F$. Совместное решение уравнений дает $\Delta P = 2f$.
2. 12 см. *Комментарий:* Пусть в левом сосуде уровень воды понизился на h_1 , а в правом – на h_2 . Тогда в среднем сосуде он повысится на $h_1 + h_2$ и будет выше, чем в правом, на $2h_2 + h_1$ и выше, чем в левом, на $2h_1 + h_2$. Тогда $g\rho_{\text{в}}(2h_2 + h_1) = g\rho_{\text{к}}H_2$, где $\rho_{\text{в}}$ и $\rho_{\text{к}}$ – плотность соответственно воды и керосина, H_2 – высота столба керосина в правом сосуде; и $g\rho_{\text{в}}(2h_1 + h_2) = g\rho_{\text{к}}H_1$, где H_1 – высота столба керосина в левом сосуде. Решив эту систему уравнений, получим $h_1=4$ см, $h_2=8$ см, $h_1 + h_2 = 12$ см
3. короткая. *Комментарий:* Если щетка уравновешена, то моменты сил тяжести с обеих сторон одинаковы. Но у короткой части плечо короче, значит, вес больше.
4. 135 Дж. *Комментарий:* Пока гвоздь погружен в доску на всю ее толщину, требуется сила 1,8 кН и действует она на расстоянии 5 см, работа равна 90 Дж, когда длина гвоздя внутри доски уменьшается от 5 см до 0, то сила, с которой надо тянуть также уменьшается линейно от 1,8 кН до 0, работа будет равна половине той, когда прикладывалась постоянная сила, т.е. 45 Дж. Полная работа равна 135 Дж.
5. $h = 10$ см. *Комментарий:* За время t_1 вода вытекает из трубки и у нижнего конца трубки устанавливается атмосферное давление. Далее вода течет с постоянной скоростью (значит, попадает в одно и то же место на расстоянии ℓ_0 от сосуда). Это происходит до тех пор, пока уровень воды в сосуде не станет ниже конца трубки. Тогда давление у отверстия будет уменьшаться и уменьшаться будет скорость вытекания воды. Расстояние, на которое улетит струя, пропорциональна скорости воды, а значит, скорости изменения объема воды в сосуде, т.е.

$$\frac{(H - h)S}{h S} = \frac{\ell_0(t_2 - t_1)}{\frac{1}{2}\ell_0(t_3 - t_2)} = 4. \text{ Отсюда } H-h=4h \text{ и } h = \frac{1}{5}H = 10 \text{ см}$$
6. 98 кН в точке А и 113,7 кН в точке В. *Комментарий:* Сила натяжения троса равна учетверенному весу груза, а весь груз состоит из четырех грузов по 100 кг. Эта же сила действует на столб в его верхней точке. Чтобы найти силу давления на опору в точке А, уравниваем моменты сил относительно точки В: $16P \cdot H = F_A \cdot AB \Rightarrow F_A = 98$ кН.
Для нахождения силы давления в точке В уравниваем моменты сил относительно точки А: $16P(H + AB) \Rightarrow F_B \cdot AB \Rightarrow F_B = 113,68$ кН.
7. Во-первых, пламя горелки приходилось бы искусственно поддерживать – создавать циркуляцию воздуха. Вода бы грелась только со стороны горелки, остальная часть оставалась бы холодной, т.к. нет перемешивания.
8. Проходящая через центр тяжести вертикаль не проходит через опору – ступни ног, поэтому, оторвавшись от сидения, невозможно удержаться.

9. Поскольку часть воды слито из отверстия 1, то в трубке воды нет, на нижнем конце атмосферное давление. Если открыть отверстие 2, то там тоже атмосферное давление и ничего не будет – ответ на первый вопрос. Если открыть отверстие 3, то в верхнюю часть сосуда зайдет воздух из окружающего пространства, где давление атмосферное, и в трубку зайдет вода, в результате уровни воды в сосуде и трубке выровняются – ответ на второй вопрос.

10. Обе трубки надо нагреть с одного конца. В трубке без воздуха есть только пары ртути, они расширятся, и капля чуть-чуть сместится. Воздух расширится гораздо сильнее, т.к. его значительно больше, чем может быть паров ртути, капля сместится заметно.

11. В первом случае $P = C \frac{\Delta m}{\Delta t} \Delta T + P'$ (C – удельная теплоемкость воды);

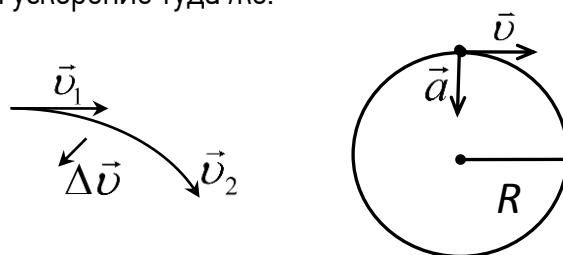
во втором $2P = 3C \frac{\Delta m}{\Delta t} \Delta T + P'$ Отсюда $P' = \frac{1}{2} P$; $\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{P}{2C \Delta T}$

12. а) $H = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$. Для этого надо сообразить, что ускорение, т.е. быстрота изменения скорости должна

иметь размерность $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) / \text{с} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

б) Надо подумать, от чего может это ускорение зависеть. Очевидно, от скорости и радиуса окружности. Далее из соображений размерности подбирается выражение $a = v^2 / R$.

в) Если взять небольшую дугу окружности, то изменение скорости направлено к центру окружности. Значит, и ускорение туда же.



ЗАДАНИЯ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЭТАПА (РЭ)

• 2015–2016 учебный год

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.3 из 2	0.5 из 2	0.1 из 3	0.5 из 3	0.2 из 3	0.3 из 2	0.1 из 2	0.6 из 2	0.1 из 3	0.1 из 2	0.3 из 3	0.5 из 4

Запишите ответ

1. Все становится очень странным, когда мы вспоминаем, что Земля – шар. Решая эту задачу, принимайте во внимание, что мы перемещаемся не по плоскости, а по сфере радиусом 6400 км. Представьте, что Вы запаслись провизией и отправились в долгое путешествие. Сначала Вы отходите от дома по прямой на 10000 км, затем поворачиваете под прямым углом налево и идете еще 10000 км; далее поворачиваете под прямым углом направо и проходите, опять же, 10000 км. На каком расстоянии от дома Вы теперь находитесь (здесь имеется в виду не путь, который Вам необходимо пройти, чтобы вернуться домой, а фактическая длина отрезка в трехмерном пространстве)?

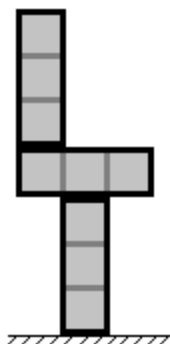
2. Электрочайник наполняют водой и включают в сеть; после того как вода закипает, ее объем начинает уменьшаться на 50 мл в минуту. Какой объем воды при температуре 40°C необходимо добавлять в чайник ежеминутно, чтобы чайник никогда не переполнился, но и никогда не опустел? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг·°C, удельная теплота парообразования воды 2,26 МДж/кг.
3. Закон радиоактивного распада гласит, что число ядер вещества, распадающихся в единицу времени, пропорционально числу ядер, еще не распавшихся на данный момент. Отсюда вытекает, что распад половины имеющихся ядер всегда происходит за одно и то же время, характерное для конкретного вещества. Это время называется периодом полураспада; для изотопа таллий-210 (номер изотопа указывает на массу $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов в граммах) оно составляет примерно 1,32 минуты. Рассмотрим образец этого изотопа массой 1 г. Оцените, сколько ядер таллия-210 будет содержаться в этом образце через полтора часа. Что можно сказать о корректности произведенной оценки?
4. Предположим, некто установил на самолет источник звука наподобие клаксона и запрограммировал его так, чтобы короткий звуковой сигнал издавался через равные промежутки времени. Самолет стартует из некой начальной точки, летит по прямой, далее быстро разворачивается и по прямой же возвращается назад. В момент вылета самолета в стартовой точке был запущен секундомер, из показаний которого известно, что полет занял ровно 4 минуты, а звук от клаксона доходил до стартовой точки в моменты 00:00, 01:28, 02:56, 04:00, 04:08, 04:16 и 04:24. Найдите скорость движения самолета, если известно, что на протяжении всего полета она была постоянна по модулю. Скорость звука в воздухе примите равной 330 м/с.
5. Зависимость плотности ρ соляного раствора от массовой доли α содержащейся в нем поваренной соли можно приблизительно описать выражением $\rho = \rho_0 / (1 - 0,64 \alpha)$, где $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$ – плотность воды без примесей. Какую массу соли нужно растворить в чистой воде, чтобы ее объем увеличился на 9 мл?
6. U-образная трубка, оба колена которой вертикальны и имеют одинаковую постоянную площадь сечения S , наполнена жидкостью плотностью ρ . На какую величину x повысится уровень жидкости в правом колене, если в левое бросить маленькую дробинку массой m и объемом V ? Считать, что колена трубки достаточно высоки, так что жидкость не может перелиться через края.
7. Какого наибольшего КПД можно достичь, имея в распоряжении две машины: одну с КПД 90%, другую – с КПД 80%?
8. Существует байка, согласно которой тибетские монахи, спускающиеся в низины после долгой жизни высоко в горах, часто получают ожоги пищевода при первой же попытке выпить чаю. Сложно сказать, насколько правдива эта байка, но звучит она довольно реалистично. Принимая ее на веру, ответьте, какая привычка подводит монахов и вследствие чего эта привычка формируется.

Запишите ответ и краткое обоснование

9. Хорошо известно, что человек, заблудившийся в лесу, непроизвольно начинает ходить кругами, из-за чего, собственно, и не может выбраться на опушку. На данный момент это явление объясняют особенностями строения мозга человека, но раньше бытовало мнение, что причина кроется в неодинаковом развитии левой и правой ног. Действительно, более сильная правая нога должна, по всей видимости, делать более длинные шаги, вследствие чего идти по прямой становится

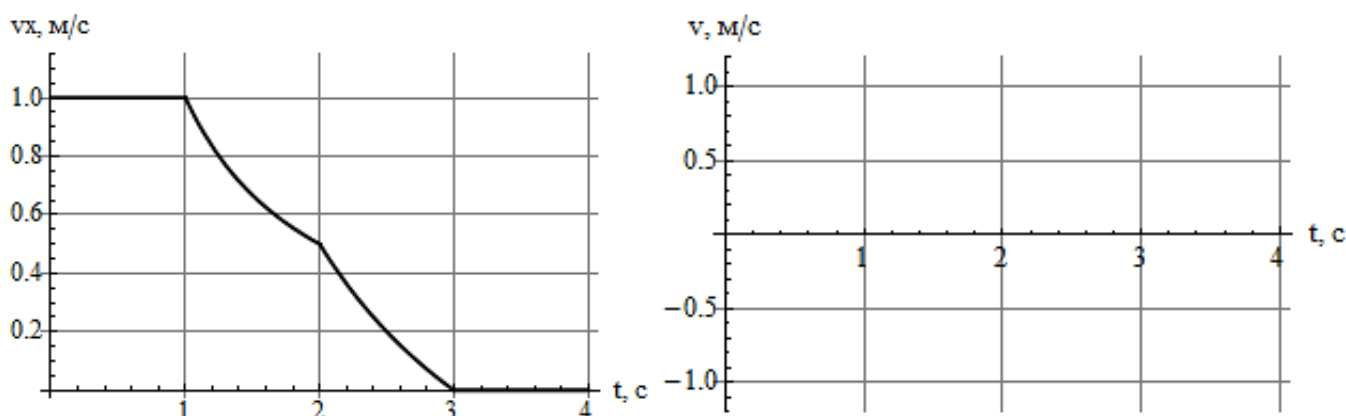
проблематично. Для определенности примем, что шаг правой ноги на 1 см длиннее шага левой. Мог бы в этом случае путник, заблудившийся в лесу, двигаться по кругу и не замечать этого?

10. Имеются три одинаковых кирпича, длина и ширина которых соотносятся как 3:1. Из этих кирпичей составляют конструкцию, показанную на рисунке. Будет ли она устойчивой?



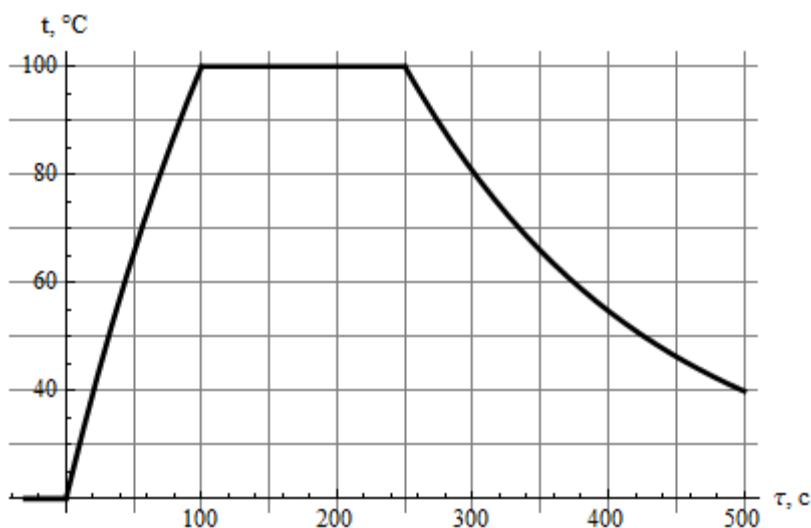
Изобразите ответ

11. На графике показана зависимость средней скорости по перемещению v_x от времени t для точки, движущейся прямолинейно. Постройте на втором рисунке соответствующий график для мгновенной скорости v .



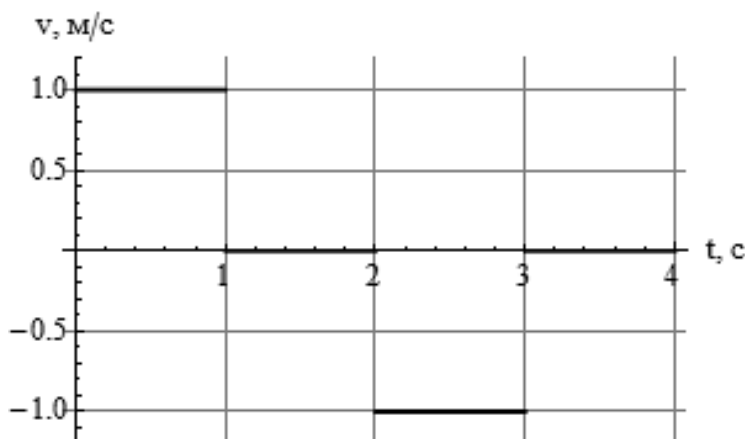
Запишите ответ и основные шаги решения

12. Над газовой горелкой размещен маленький металлический шарик. В момент времени $\tau = 0$ горелку включают, немного ждут, потом понижают ее мощность в k раз, еще немного ждут и выключают совсем. На графике показана зависимость температуры t шарика от времени τ . Оцените величину k .



ОТВЕТЫ:

1. 12800 км.
2. 45 мл.
3. Порядка 10 ядер; оценка некорректна, поскольку закон радиоактивного распада, очевидно, не может применяться к небольшим количествам ядер.
4. 396 м/с.
5. 25 г.
6. $x = m/(2\rho S)$, если $m < \rho V$, и $x = V/(2S)$, если $m > \rho V$.
7. 98%.
8. По привычке монахи пьют кипяток; это неудивительно, учитывая, что в горах атмосферное давление ниже, и вода закипает уже при весьма невысокой температуре.
9. Едва ли; оценим длину шага левой ногой как 40 см, а расстояние между ступнями как 25 см. Если ступни движутся по двум окружностям разного радиуса, то для радиуса меньшей окружности из соотношения подобия получаем $40 \text{ см} \cdot 25 \text{ см} / 1 \text{ см} = 10 \text{ м}$. То есть длина окружности около 60 м – это путь, который даже в условиях леса легко проходится за несколько минут.
10. Не будет. В начальном состоянии силы тяжести, действующие на два верхних кирпича, имеют равные плечи относительно ребра нижнего кирпича. Однако малейшего поворота будет достаточно для того, чтобы плечи стали неравными. Более простое объяснение заключается в том, что центр масс двух верхних кирпичей хоть и находится точно на одной линии с точкой опоры, но лежит выше нее. Такое равновесие не может быть устойчивым.
11. См. рисунок

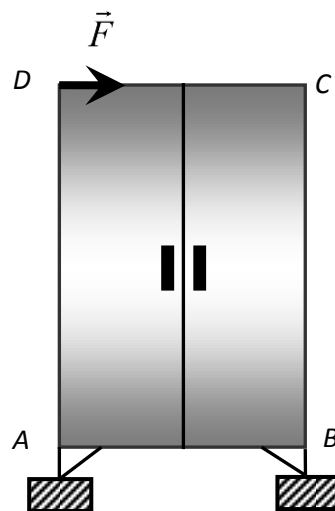


12. 2,25. *Возможное решение:* сразу после отключения горелки температура шарика стала уменьшаться примерно на 10°C в 25 с; точно таким же был отток тепла в атмосферу все то время, пока температура шарика не сильно отличалась от 100°C . Непосредственно перед понижением мощности горелки температура шарика увеличивалась на 10°C приблизительно за 20 с, поэтому в отсутствие теплообмена с окружающей средой температура росла бы со скоростью $(10/20 + 10/25)^\circ\text{C/с}$. После понижения мощности горелка лишь компенсировала отток тепла в атмосферу, поэтому искомая величина $k = (10/20 + 10/25)/(10/25) = 2,25$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.6 из 2	0.1 из 4	1.3 из 4	0.2 из 2	0.1 из 4	0.5 из 4	0.1 из 2	1.6 из 4	0 из 8	0 из 8	0.1 из 8	0.6 из 4

Запишите ответ

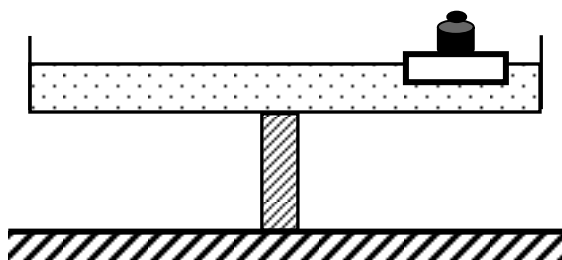
- Если энергия поступает в вещество, неважно, от пламени или в результате трения, то всегда ли при этом температура возрастает? Если нет, то приведите один пример.
- Шкаф массой 30 кг опирается ножками на платформы двух весов. Ширина шкафа $AB = 1,2$ м. Каковы показания весов, если в точке D приложена горизонтальная сила $F = 59$ Н. Центр тяжести шкафа совпадает с его геометрическим центром.
- Какая работа совершается при подъеме на крышу веревки длиной $\ell = 40$ м и массой $m = 6$ кг? Первоначально веревка свешивалась вертикально с края крыши. Принять $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.



- При соблюдении некоторых мер предосторожности воду можно переохладить, т.е. охладить ниже 0°C . Пробирку, содержащую $m = 12$ г переохлажденной воды при $t = -5^\circ\text{C}$ встряхивают. При этом часть замерзает. Какова масса образовавшегося льда? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью пробирки пренебречь.

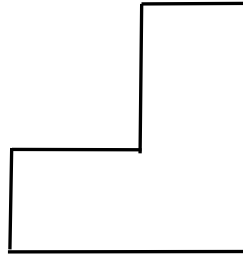
Запишите ответ и краткое обоснование

- Колесо радиусом R и массой m стоит перед ступенькой высотой h . Какую горизонтальную силу F надо приложить к оси колеса, чтобы оно въехало на ступеньку?
- Установка, выделяющая тепловую мощность $N = 50$ кВт, охлаждается проточной водой, текущей по спиральной трубке площадью сечения 177 мм². При установившемся режиме проточная вода нагревается на $\Delta t = 25^\circ\text{C}$. Какова скорость течения воды?
- Два разноименно заряженных шарика находятся на некотором расстоянии друг от друга. Как изменится сила их взаимодействия, если между ними поместить стеклянный стержень?
- Сосуд с водой установлен на ребре доски. Нарушится ли равновесие, если на поверхность воды положить дощечку, а на дощечку поставить такую гирю, что дощечка с гирей будет плавать на поверхности воды?



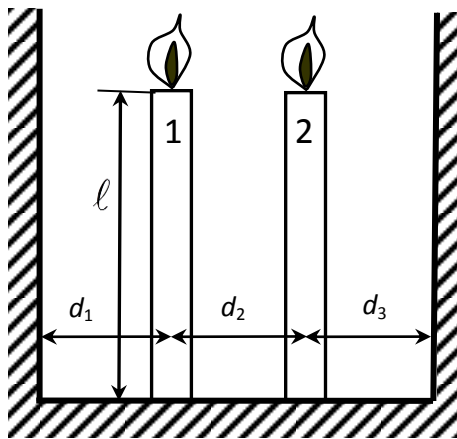
Изобразите ответ

9. Пользуясь только линейкой без делений и не проводя никаких вычислений, найдите построением положение центра тяжести показанной на рисунке однородной пластинки.

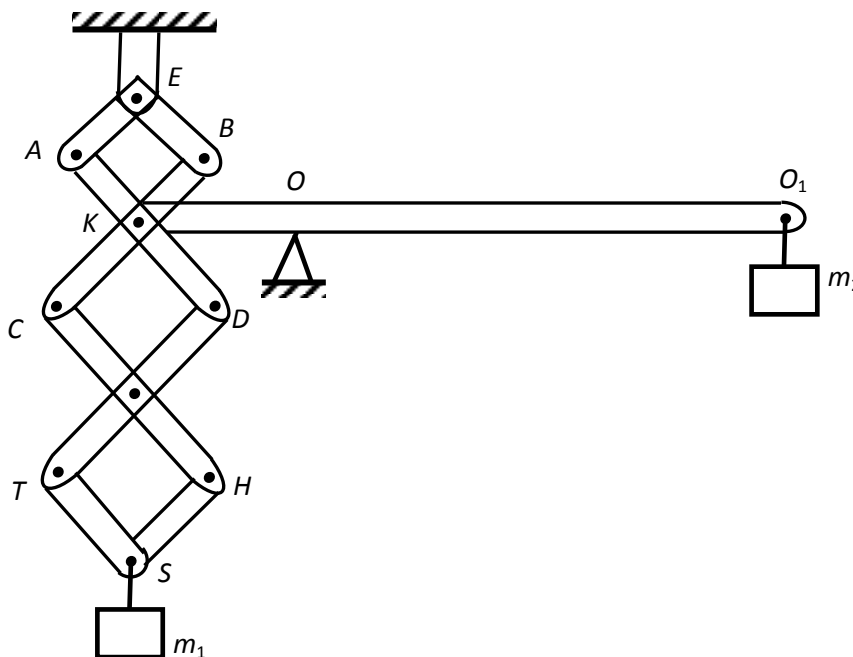


Запишите ответ и основные шаги решения

10. Имеются две свечи длиной ℓ , поставленные на расстоянии d_2 друг от друга и на расстояниях d_1 и d_3 от стен. Тень первой свечи на левой стене поднимается со скоростью v_1 , а тень второй свечи на правой стене опускается со скоростью v_2 . За какое время сгорит каждая свеча?



11. Каково соотношение между массами m_1 и m_2 , если система находится в равновесии? Длина стержней AD, BC, CH, DT и длина плеча OO_1 в два раза больше длины стержней AE, EB, TS, SH и длины плеча KO соответственно. Силой тяжести стержней и рычага можно пренебречь.



12. 100 г льда при температуре 0 °С заключены в теплонепроницаемую оболочку и подвергнуты сжатию до давления $P = 1200$ атм. Найти массу растаявшей части льда, если понижение температуры плавления происходит прямо пропорционально давлению и при увеличении давления на 138 атм температура плавления понижается на 1 °С.

ОТВЕТЫ:

1. Нет. Примером может быть переход вещества из одного агрегатного состояния в другое (плавление, кипение) или изотермическое расширение газа.
2. Весы A показывают 5 кг, B – 25 кг

На шкаф кроме силы \vec{F} действует сила тяжести $m\vec{g}$, силы давления опор (весов), \vec{N}_A и \vec{N}_B , силы трения \vec{F}_A и \vec{F}_B .

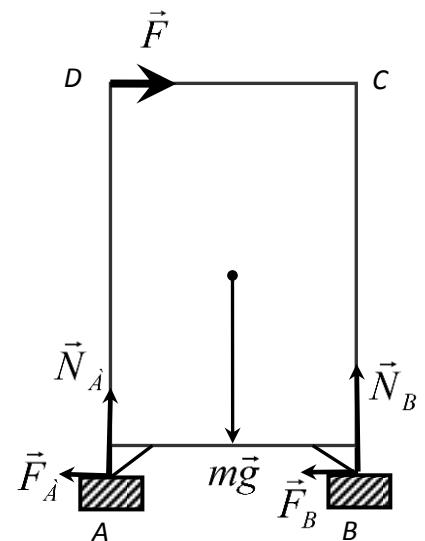
Для нахождения \vec{N}_A моменты сил уравниваются относительно опоры B :

$$mg \frac{AB}{2} - F_A \cdot AB - F \cdot AD = 0 \Rightarrow N_A = \frac{mg}{2} - F \frac{AD}{AB}$$

Поскольку весы градуированы в килограммах, то

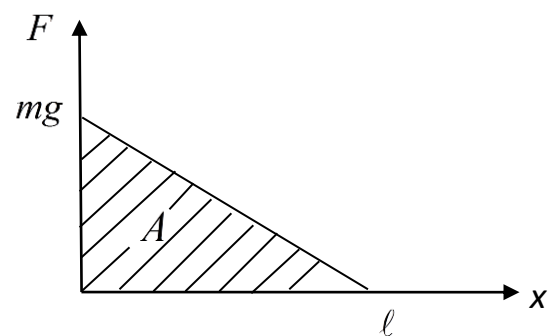
$$m_A = \frac{N_A}{g} = \frac{m}{2} - \frac{F}{g} \frac{AD}{AB} = 5 \text{ кг.}$$

$$m_B = m - m_A = 25 \text{ кг.}$$



3. 1,2 кДж. При подъеме надо учитывать силу тяжести только свешивающейся части веревки. Если x – длина уже поднятой части, то сила тяжести свешивающейся показана на графике. Работа вычисляется как площадь

заштрихованной фигуры: $A = \frac{mg \ell}{2} = 1,2 \text{ кДж.}$



4. 0,76 г. За счет теплоты, выделяющейся при замерзании воды, система нагреется до 0 °С.

$$mc_B(0^\circ\text{C} - t) = \lambda m_{\text{л}} \Rightarrow m_{\text{л}} = \frac{m c_B |t|}{\lambda} = 0,76 \text{ г.}$$

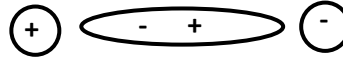
5. $F > mg \frac{\sqrt{h(2R - h)}}{R - h}$ при $h < R$, при $h > R$ решения нет.

Для подъема на ступеньку момент силы F должен быть не меньше момента силы тяжести относительно точки поворота, края ступеньки. Плечо силы F равно $(R-h)$, плечо силы тяжести

$$\ell = \sqrt{R^2 - (R - h)^2} = \sqrt{2Rh - h^2}. \text{ Отсюда получаем ответ.}$$

6. 2,7 м/с. В установившемся режиме выделяемая за время τ энергия идет на нагревание воды: $N \cdot \tau = mc \Delta t$; масса протекающей за это время воды $m = \rho V = \rho \cdot S \cdot v \tau$. Отсюда получается

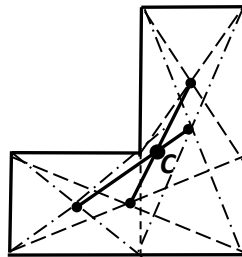
$$v = \frac{N}{\rho S c \Delta t} = 2,7 \text{ м/с.}$$



7. Сила возрастает за счет поляризации стекла.

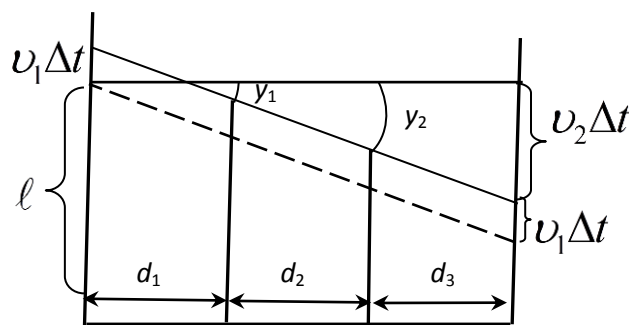
Каждый шар притягивается не только к другому шару, но и к противоположному по знаку индуцированному заряду на стекле. Отталкивание от одноименного заряда на стекле меньше, т.к. он находится дальше.

8. Нет. Поскольку дощечка с гирей плавает, давление на дно будет везде одинаково и равновесие не нарушится.
9. Фигура разбивается двумя способами на два прямоугольника, определяются линии, на которых должен лежать центр масс, точка пересечения этих линий – и есть искомая.



10. $t_1 = \frac{\ell(d_1 + d_2 + d_3)}{v_2 d_1 - v_1(d_2 + d_3)}$, $t_2 = \frac{\ell(d_1 + d_2 + d_3)}{v_2(d_1 + d_2) - v_1 d_3}$,

За время Δt первая свеча укоротилась на y_1 , вторая на y_2 .



Из рисунка для подобных треугольников составляем уравнения:

$$\frac{y_1 + v_1 \Delta t}{d_1} = \frac{y_2 + v_1 \Delta t}{d_1 + d_2} = \frac{(v_2 + v_1) \Delta t}{d_1 + d_2 + d_3}$$

Сначала сгорит вторая свеча. Тогда моменту времени t_2 соответствует $y_2 = \ell$:

$$\frac{\ell + v_1 t_2}{d_1 + d_2} = \frac{(v_1 + v_2) t_2}{d_1 + d_2 + d_3} \Rightarrow t_2 = \ell \frac{d_1 + d_2 + d_3}{v_2(d_1 + d_2) - v_1 d_3}. \text{ Аналогично находится } t_1.$$

11. $m_1 : m_2 = 2 : 3$. Если груз массы m_1 опустится на расстояние h , то точка K опустится на $\frac{1}{3}h$.

Груз массы m_2 при этом поднимется на высоту $\frac{2}{3}h$.

Применяя «золотое правило» механики, получим $m_1 h = \frac{2}{3}h \cdot m_2$.

12. $m' \approx 5,6$ г. Температура плавления льда при его сжатии до 1200 атм. понизится на $8,8$ °С.

Лед будет плавиться до тех пор, пока не охладится до $-8,8$ °С. Если m' – масса расплавившегося

льда, C – удельная теплоемкость льда, то $m'\lambda = mc \Delta t$. Отсюда $m' = \frac{cm \Delta t}{\lambda} \approx 5,6$ г.





КУБОК ГАГАРИНА

олимпиада школьников



www.kubok-gagarina.ru



vk.com/kubok_gagarina



kubokgagarina@list.ru



(347) 246-45-29, (347) 246-45-30



г. Уфа, пр. Октября, 132/3, офис 301