



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

Профиль: «Физика»

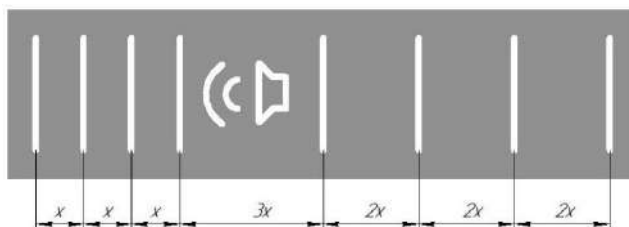
Класс участия: 11

Вариант задания: 1

- «Физики шутят».
- Что делают физики?!
- Шутят!
- Не понимаю.

Задача 1.

Профессор Шелдон пришел на всем известный праздник американской массовой культуры в своеобразном костюме. Все

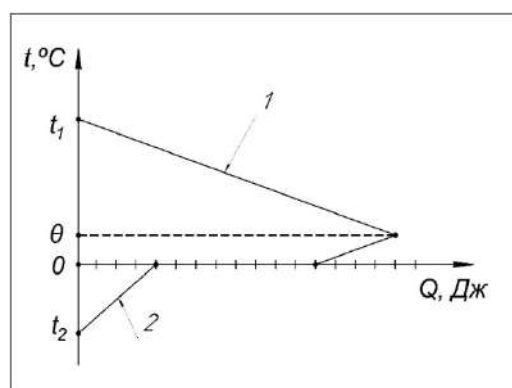


собравшиеся ассоциировали его с зеброй, однако только физики догадались об истинности образа.

Оцените скорость источника по костюму профессора.

Задача 2.

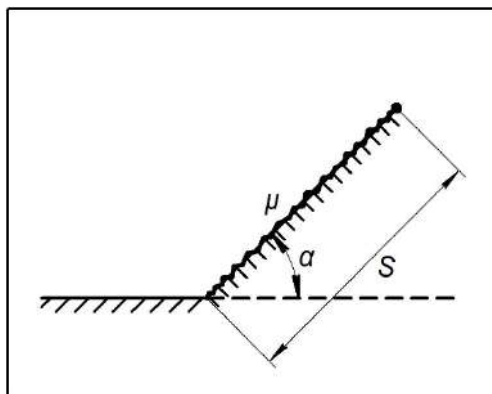
В рамках простого эксперимента смешали в большом сосуде равное количество воды и льда. Молодому аспиранту было поручено результаты эксперимента обработать и построить график зависимости температуры веществ от количества переданной теплоты. Аспирант график построил и принес руководителю для ознакомления.



По графику аспиранта определите начальные температуры воды и льда, температуру теплового равновесия, а также оцените результаты эксперимента, поскольку от этого зависит будущее аспиранта. Останется ли доволен такой работой руководитель, учитывая, что масштаб соблюден только по горизонтальной оси?



Задача 3 (12 баллов). На спортивных соревнованиях среди математиков и физиков по преодолению препятствий на последней эстафете необходимо было добраться до вершины небольшой закрепленной горки длиной S достаточно шероховатой с коэффициентом трения $\mu = 0,25$ (см.рисунок) и сорвать флаг. Участникам на выбор предлагались мягкие гибкие «ледянки» разной длины короткие $l = 0,5S$ и длинные $L = 2S$. Прибежали участники к последней эстафете одновременно и с одинаковой скоростью v_0 стартовали вверх. Найдите разность конечных скоростей участников, выбравших разные «ледянки».



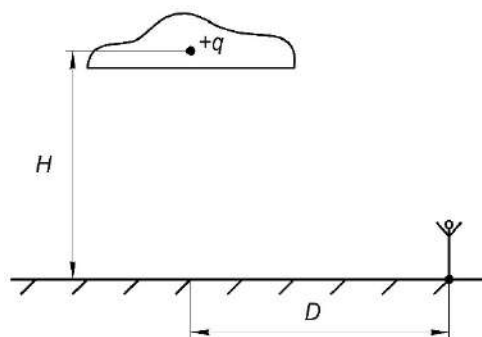
Какую ледянку выбрал физик, если он победил?

P.S. Ледянки при движении не отрывались от поверхности горки. Соппротивлением воздуха физики и математики всегда пренебрегают. Ледянки несжимаемы. Ученые, плотно прижимаясь к ледянкам, распределяют свою массу по ним равномерно. ($\sin \alpha = \frac{3}{5}$)

Задача 4.

Доцент кафедры электротехники панически боялся молний. Чтобы победить свой страх, он решил изучить явление и рассчитать наиболее опасное местоположение. Он представил, что грозовая туча несет в себе точечный заряд $q = 30 \text{ Кл}$ (это

среднестатистический заряд). Также известно, что максимальное значение электрической напряженности на поверхности земли на некотором фиксированном расстоянии D от грозового облака составляет по показателям приборов $E = 2000 \text{ В/м}$. Помогите доценту рассчитать высоту H , на которой находится грозовое облако, если вдалеке он увидел его.





Задача 5.

Русский инженер Павел Николаевич Яблочков изобрел прототип лампы накаливания. В его небольшой мастерской 3 на 8 метра и потолками 2,5 метра было совсем неуютно, и однажды жена принесла в мастерскую спатифиллум. Светолюбивое растение, привезенное из Колумбии в начале 19-го века. Однако это растение нуждается в повышенной влажности в помещении.

В этот день Павел Николаевич проводил очередной эксперимент со своей «лампочкой», которая обладала достаточно большой мощностью (около 340 Вт) и сильно нагревалась (из-за этого лампочки инженера использовали в основном для уличного освещения). Окна и двери мастерской были плотно закрыты, поэтому настенный термометр показал довольно быстрое увеличение температуры с 20 градусов Цельсия.

Через полчаса спатифиллум не выдержал пребывания в мастерской и опустил листочки. Найдите конечную влажность, при которой погибает растение, если известно, что начальная влажность составила 50%, благодаря жене инженера, тщательно ухаживающей за растением.

Вы можете воспользоваться данными таблицы (давления насыщенных паров воды), вывешенной при входе в мастерскую.

$t^{\circ}\text{C}$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$p_{\text{нп}},$ кПа	2,3388	2,4877	2,6447	2,8104	2,9850	3,1690	3,3629	3,5670	3,7818	4,0078
$t^{\circ}\text{C}$	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
$p_{\text{нп}},$ кПа	4,2455	4,4953	4,7578	5,0335	5,3229	5,6267	5,9453	6,2795	6,6298	6,9969

Влагой спатифиллума по отношению ко влаге в помещении пренебречь.



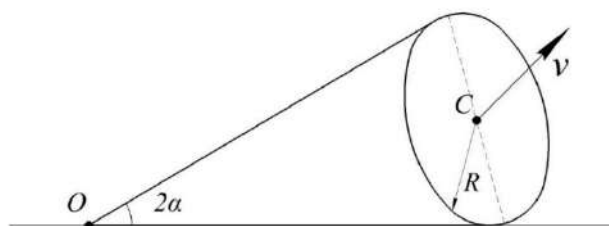
Задача 6.

На празднике с головы рассеянного физика Смирнова, увлеченно рассказывавшего анекдот про кота Шрёдингера, предательски соскользнул красочный колпак. Он не просто упал, а с кокетливой грацией закрутился без проскальзывания по горизонтальной плоскости вокруг своей конической вершины, вызвав кратковременный ступор у ближайших коллег.

Сидоров, чей мозг был заточен под решение всевозможных уравнений, а не на поддержание головных уборов, моментально переключился. "Интересно," - пробормотал он, глядя на грациозный танец колпака. "Какова угловая скорость колпака? Какова первая производная от этой скорости? Можно ли описать это аналитически?"

Весь вечер, пока остальные наслаждались оливье и пели караоке, Смирнов, с горящими глазами, что-то лихорадочно записывал на салфетке, бормоча про угловые величины. Говорят, к концу вечера он не только решил задачу, но и разработал теорию оптимального ношения праздничных колпаков. Правда, никто так и не понял, зачем это нужно.

Рисунок с салфетки физика прилагается. Данные с рисунка считать известными: угол раствора 2α и радиус основания R . Скорость точки C основания конуса равна v .



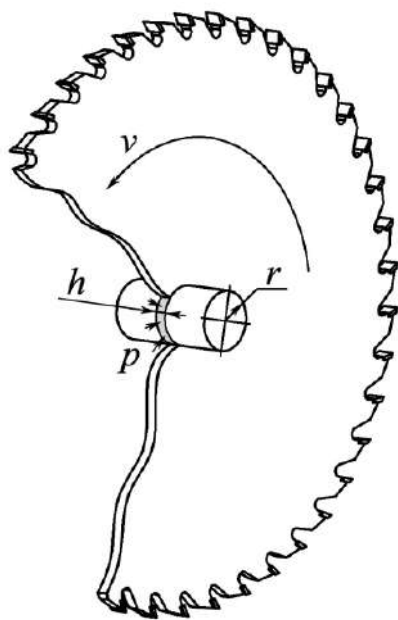
Что получил Смирнов?



Задача 7.

Циркулярная или дисковая пила – это инструмент, предназначенный для раскройки различных материалов: древесины, ДСП, фанеры и других материалов. Чаще всего основным рабочим (режущим) элементом данного типа пил является плоский металлический диск, на внешней кромке которого расположены зубья. Диск приводится во вращение двигателем, вращающий момент передаётся чаще через вал, на котором закрепляется диск.

Один юный техник решил собрать циркуляционную пилу собственной конструкции. Диск циркулярной пилы насажен с натягом на ось радиуса $r = 20$ мм внутренним ободом ширины $h = 15$ мм, обхватывающим ось с давлением $p = 25$ кПа (см. рис.). Коэффициент трения обода по оси равен $\mu = 0,8$. Считать, что сила трения максимальна на любом режиме работы. Посредством электродвигателя, питающегося от напряжения $U = 220$ В, диск приводится во вращение и в режиме холостого хода (без распила материалов) вращается с частотой $\nu_1 = 5340$ оборотов в минуту.



Какая мощность P подводится при этом к обмотке электродвигателя КПД которого в режиме холостого хода составляет 60%?

Какой ток потечет в обмотке электродвигателя во время распиливания древесины, если его механическая мощность возрастет в $n = 1,5$ раза, а частота вращения станет $\nu_2 = 3240$ оборотов в минуту?



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

Профиль: «Физика»

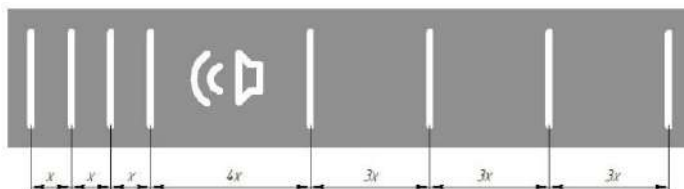
Класс участия: 11

Вариант задания: 2

- «Физики шутят».
- Что делают физики?!
- Шутят!
- Не понимаю.

Задача 1.

Профессор Шелдон пришел на всем известный праздник американской массовой культуры в своеобразном костюме. Все

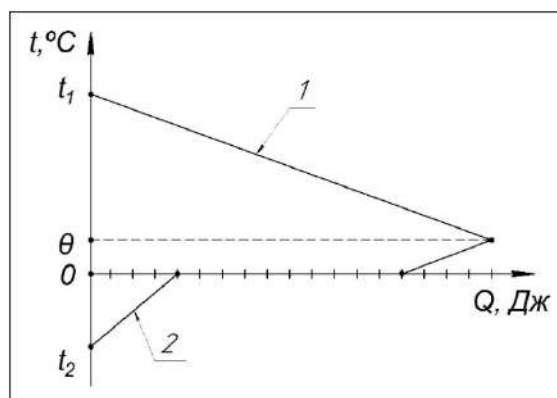


собравшиеся ассоциировали его с зеброй, однако только физики догадались об истинности образа.

Оцените скорость источника по костюму профессора.

Задача 2.

В рамках простого эксперимента смешали в большом сосуде равное количество воды и льда. Молодому аспиранту было поручено результаты эксперимента обработать и построить график зависимости температуры веществ от количества переданной теплоты.



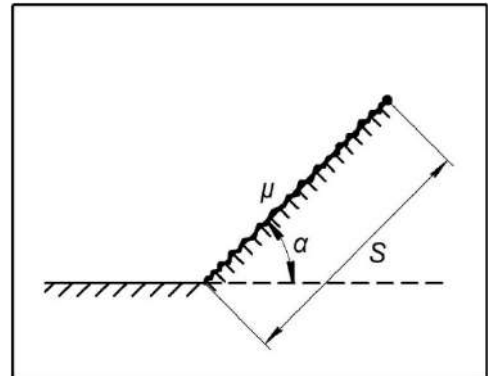
Аспирант график построил и принес руководителю для ознакомления.

По графику аспиранта определите начальные температуры воды и льда, температуру теплового равновесия, а также оцените результаты эксперимента, поскольку от этого зависит будущее аспиранта. Останется ли доволен такой работой руководитель, учитывая, что масштаб соблюден только по горизонтальной оси?



Задача 3.

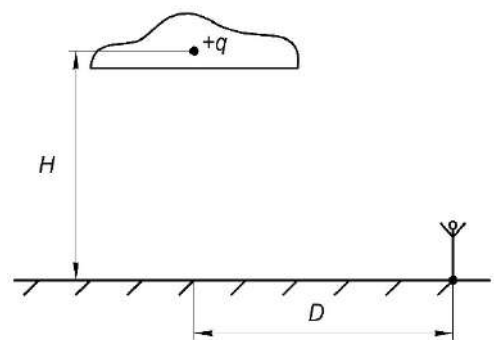
На спортивных соревнованиях среди математиков и физиков по преодолению препятствий на последней эстафете необходимо было добраться до вершины небольшой горки длиной S достаточно шероховатой с коэффициентом трения $\mu = 0,1$ (см. рисунок) и сорвать флаг. Участникам на выбор предлагались мягкие гибкие «ледянки» разной длины короткие $l = 0,5S$ и длинные $L = 2S$. Прибежали участники к последней эстафете одновременно и с одинаковой скоростью v_0 стартовали вверх. Найдите во сколько раз скорость физика оказалась больше скорости математика, и кто из участников выше?



Р.С. Ледянки при движении не отрывались от поверхности горки. Соппротивлением воздуха физики и математики всегда пренебрегают. Ледянки несжимаемы. Ученые, плотно прижимаясь к ледянкам, распределяют свою массу по ним равномерно. Угол при основании горки задается так $\sin \alpha = \frac{3}{5}$.

Задача 4.

Доцент кафедры электротехники панически боялся молний. Чтобы победить свой страх, он решил изучить явление и рассчитать наиболее опасное местоположение. Он представил, что грозовая туча несет в себе точечный заряд $q = 30 \text{ Кл}$ (это среднестатистический заряд). Также известно, что максимальное значение электрической напряженности на поверхности земли на некотором фиксированном расстоянии от грозового облака составляет по показателям приборов 2000 В/м . Помогите доценту найти расстояние D , на поверхности земли от облака до точки, которую ему необходимо избегать, если вдалеке он увидел грозовую тучу.





Задача 5.

Русский инженер Павел Николаевич Яблочков изобрел прототип лампы накаливания. В его небольшой мастерской 3 на 8 метра и потолками 2,5 метра было совсем неуютно, и однажды жена принесла в мастерскую спатифиллум. Светолюбивое растение, привезенное из Колумбии в начале 19-го века. Однако это растение нуждается в повышенной влажности в помещении.

В этот день Павел Николаевич проводил очередной эксперимент со своей «лампочкой», которая обладала достаточно большой мощностью (около 340 Вт) и сильно нагревалась (из-за этого лампочки инженера использовали в основном для уличного освещения). Окна и двери мастерской были плотно закрыты, поэтому настенный термометр показал довольно быстрое увеличение температуры с 20 градусов Цельсия.

Через полчаса спатифиллум не выдержал пребывания в мастерской и опустил листочки. Найдите начальную влажность, если известно, что при влажности в 30% растение погибает.

Вы можете воспользоваться данными таблицы (давления насыщенных паров воды), вывешенной при входе в мастерскую.

$t^{\circ}\text{C}$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$p_{\text{нп, кПа}}$	2,3388	2,4877	2,6447	2,8104	2,9850	3,1690	3,3629	3,5670	3,7818	4,0078
$t^{\circ}\text{C}$	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
$p_{\text{нп, кПа}}$	4,2455	4,4953	4,7578	5,0335	5,3229	5,6267	5,9453	6,2795	6,6298	6,9969

Влагой спатифиллума по отношению ко влаге в помещении пренебречь.



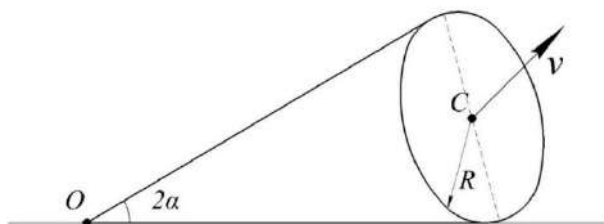
Задача 6.

На празднике с головы рассеянного физика Смирнова, увлеченно рассказывавшего анекдот про кота Шрёдингера, предательски соскользнул красочный колпак. Он не просто упал, а с кокетливой грацией закрутился без проскальзывания по горизонтальной плоскости вокруг своей конической вершины, вызвав кратковременный ступор у ближайших коллег.

Сидоров, чей мозг был заточен под решение всевозможных уравнений, а не на поддержание головных уборов, моментально переключился. "Интересно," - пробормотал он, глядя на грациозный танец колпака. "Каков коэффициент пропорциональности между угловой скоростью и ее первой производной по времени? Можно ли описать это аналитически?"

Весь вечер, пока остальные наслаждались оливье и пели караоке, Смирнов, с горящими глазами, что-то лихорадочно записывал на салфетке, бормоча про угловые величины. Говорят, к концу вечера он не только решил задачу, но и разработал теорию оптимального ношения праздничных колпаков. Правда, никто так и не понял, зачем это нужно.

Рисунок с салфетки физика прилагается. Данные с рисунка считать известными: угол раствора 2α и радиус основания R . Скорость точки C основания конуса равна v .



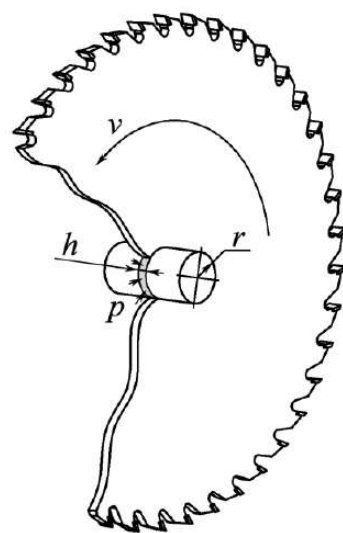
Что получил Смирнов?



Задача 7.

Циркулярная или дисковая пила – это инструмент, предназначенный для раскройки различных материалов: древесины, ДСП, фанеры и других материалов. Чаще всего основным рабочим (режущим) элементом данного типа пил является плоский металлический диск, на внешней кромке которого расположены зубья. Диск приводится во вращение двигателем, вращающий момент передаётся чаще через вал, на котором закрепляется диск.

Один юный техник решил собрать циркуляционную пилу собственной конструкции. Диск циркулярной пилы насажен с натягом на ось радиуса $r = 21$ мм внутренним ободом ширины $h = 16$ мм, обхватывающим ось с давлением $p = 27$ кПа (см. рис.). Коэффициент трения обода по оси равен $\mu = 0,8$. Считать, что сила трения максимальна на любом режиме работы. Посредством электродвигателя, питающегося от напряжения $U = 160$ В, диск приводится во вращение и в режиме холостого хода (без распила материалов) вращается с некоторой постоянной частотой. Ток в обмотке двигателя при этом $I_1 = 5,5$ А, а его КПД — 60%.



Определите частоту вращения обмотки электродвигателя в режиме холостого хода.

В процессе резки древесины пыльный диск заклинивает. Какой механический момент генерирует в этом случае заклиненный электродвигатель, если принять, что диск «прикипел» к валу?

Ответ:

1. 87,8 об/с
2. 144 Н*м