

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА 2020–2021 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП**

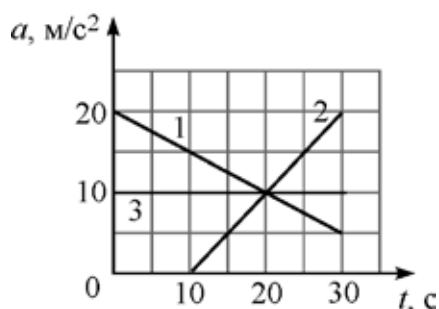
10 класс

Тестовые задания с выбором ответа

1. Во сколько раз период обращения часовой стрелки часов больше, чем период вращения минутной стрелки?

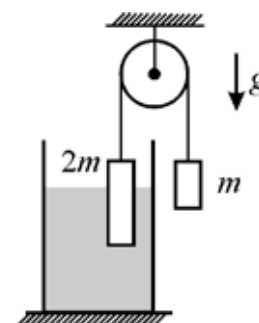
- А) в 3600 раз
- Б) в 60 раз
- В) в 24 раза
- Г) в 12 раз
- Д) одинаковый

2. На рисунке изображены графики зависимости модуля ускорения a от времени t для трёх тел, движущихся вдоль прямой. На какое из этих тел действует уменьшающаяся со временем сила?



- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) нет такого тела

3. Через лёгкий блок переброшена невесомая веревка, на концах которой закреплены два тела массами m и $2m$. Более тяжёлое тело частично погружено в жидкость. Система находится в равновесии, трение отсутствует. Найдите модуль силы Архимеда, которая действует на тело массой $2m$.

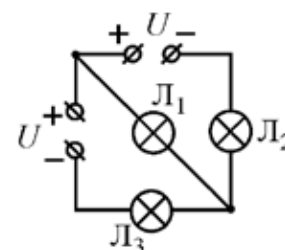


- А) $mg/2$
- Б) mg
- В) $2mg$
- Г) $3mg$
- Д) 0

4. В калориметр, содержащий 500 г льда при температуре -15°C , налили 1 литр воды при температуре $+35^\circ\text{C}$. Удельная теплоёмкость льда $2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\times^\circ\text{C})$, удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\times^\circ\text{C})$, удельная теплота плавления льда $340 \text{ кДж}/\text{кг}$. После установления теплового равновесия в калориметре будет находиться:

- А) только вода
- Б) только лёд
- В) смесь воды со льдом

5. В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, источники идеальные, а лампочки одинаковые. Какая из лампочек светит ярче?



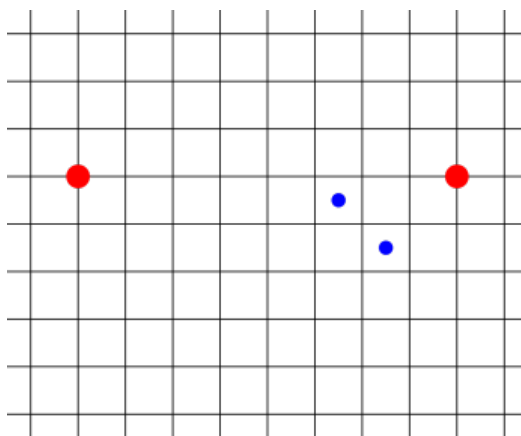
- А) L_1
- Б) L_2
- В) L_3
- Г) одинаково
- Д) ни одна не светит

Ответы:	1	2	3	4	5
	Г	А	Б	В	А

По 2 балла за каждый правильный ответ.

Задания с кратким ответом

6-7. Горизонтальная круглая виниловая пластинка вращается с постоянной угловой скоростью вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через центр пластинки. Над пластинкой закреплены две пипетки с жидкостями красного и синего цвета. Из каждой пипетки на пластинку падает вертикально по две капли. Промежуток времени между падениями капель красного цвета равен $t = 0,27$ с. На приведённом рисунке, снабжённом масштабной сеткой, изображён участок пластинки со следами краски (вид сверху). Крупные следы остались от красных капель, а меньшие по размеру – от синих. За время между падениями красных капель пластинка сделала менее одного полного оборота.

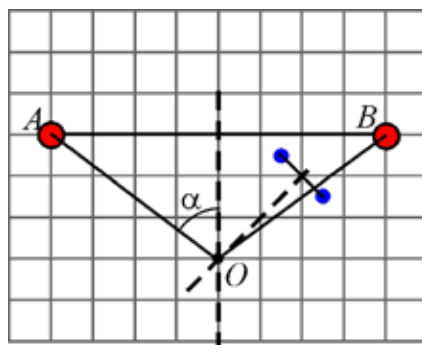


6) Можно ли на основании сведений, приведённых в условии задачи, определить направление вращения пластинки? **(2 балла)**

7) Определите угловую скорость вращения пластинки. Ответ выразите в рад/с, округлите до целого числа. **(5 баллов)**

Возможное решение

Красные и синие точки должны быть на одинаковом расстоянии (соответственно, r_1 и r_2) от оси вращения O , которая должна находиться на пересечении перпендикуляров, восстановленных из середины отрезков, соединяющих точки:



6) Как видно, в силу симметрии данных условия задачи не достаточно для того, чтобы определить направление вращения. Ответ – нет.

7) Из прямоугольного треугольника АВО получаем: $\sin a = \frac{4}{5}$, и тогда

$$w = \frac{Dj}{Dt} = \frac{2a}{Dt} = \frac{2 \arcsin \frac{4}{5}}{0,27} = 6,86 . \text{ С учётом требований представления ответа}$$

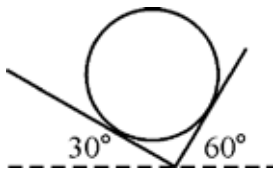
$$w = 7 \text{ рад/с.}$$

Ответы:

б)	7)
нет	7

Максимум 7 баллов за задачу.

8-9. На двух наклонных плоскостях, образующих прямой двугранный угол, лежит однородный цилиндр массой 2 кг. Первая и вторая плоскости наклонены к горизонту под углами 30° и 60° соответственно. Первая плоскость шероховатая, а вторая – гладкая. Ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 . Указание: сила полной реакции опоры равна геометрической сумме силы нормальной реакции опоры и силы сухого трения.



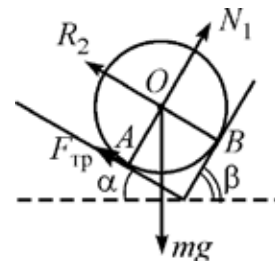
8) Найдите модуль силы полной реакции опоры R_1 , действующей на цилиндр со стороны первой плоскости. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целого числа. (4 балла)

9) Найдите модуль силы полной реакции опоры R_2 , действующей на цилиндр со стороны второй плоскости. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целого числа. (4 балла)

Возможное решение

Обозначим на рисунке все силы.

8) Относительно точки O моменты силы тяжести, силы реакции опоры R_2 и силы нормальной реакции опоры равны нулю. Так как цилиндр не вращается, то момент силы трения также равен нулю. Тогда относительно точки B уравнение моментов будет выглядеть следующим образом: $mg y = R_1 \cdot x$, $y = r \cdot \sin b$ и $R_1 = mg \sin b = 17,3 \text{ Н}$. С учётом требований представления ответа $R_1 = 17 \text{ Н}$.



9) Запишем уравнение моментов относительно точки A : $mgx = R_2 \cdot r$. Учитывая, что $x = r \cdot \sin a$, получаем $R_2 = mg \sin a = 10 \text{ Н}$.

Ответы:

8)	9)
17	10

Максимум 8 баллов за задачу.

10-11. В башне «Федерация» в деловом центре Москва-Сити находится один из самых высоких лифтов в Европе. Кабина лифта следует со 2-го подземного этажа («минус второго») на 94-й этаж, причём ехать можно без пересадок. Это грузопассажирский лифт, он поднимается на высоту 355 метров над землёй, а общий путь движения с учётом подземных этажей – 365 метров, как дней в году. Скорость движения лифта – до 8 метров в секунду, грузоподъёмность – 2 тонны. Считайте, что КПД двигателя лифта равен 90 %, ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 , масса кабины вместе с пассажирами равна 2 тоннам, лифт следует непрерывно с самого низкого этажа на самый высокий с максимальной скоростью, а трением и сопротивлением воздуха можно пренебречь.

10) Сколько энергии потребляет из электросети двигатель лифта за один подъём? Ответ выразите в мегаджоулях и округлите до целого числа. **(4 балла)**

11) Какую полезную мощность развивает двигатель при подъёме? Ответ выразите в киловаттах и округлите до целого числа. **(4 балла)**

Возможное решение

10) Согласно формуле для КПД, $\eta = \frac{mgH}{W} \times 100\%$, где mgH – полезная работа, а W – энергия, потребляемая из электросети двигателем лифта за один подъём.

$$\text{Тогда } W = \frac{mgH}{\eta} \times 100\% = \frac{2000 \times 10 \times 365}{90\%} \times 100\% = 8 \text{ МДж.}$$

$$11) \text{ Воспользуемся определением мощности: } N = \frac{A}{t} = \frac{mgH}{H} V = mgV = 160 \text{ кВт.}$$

Ответы:

10)	11)
8	160

Максимум 8 баллов за задачу.

12. Смешивание двух разных жидкостей в объёмном соотношении 1 : 1 даёт смесь с температурой $42 \text{ }^\circ\text{C}$. Какой была бы температура смеси, если бы объёмное соотношение исходных компонент составляло 2 : 1? Начальные температуры жидкостей составляют $27 \text{ }^\circ\text{C}$ и $47 \text{ }^\circ\text{C}$. Объём смеси равен сумме объёмов смешиваемых жидкостей. В поля для ввода ответов запишите два возможных варианта, выразив ответы в градусах и округлив их до целых чисел. **(4+4 балла)**

Возможное решение

Запишем уравнение теплового баланса: $c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2) = 0$, где $t = 42$ °С, $t_1 = 27$ °С, $t_2 = 47$ °С. Учитывая, что $m = \rho V$, для первого случая получаем

$$\frac{c_1 \rho_1}{c_2 \rho_2} = \frac{t_2 - t}{t - t_1}, \text{ а для второго } \frac{2c_1 \rho_1}{c_2 \rho_2} = \frac{t_2 - T_1}{T_1 - t_1}, \text{ или } \frac{c_1 \rho_1}{2c_2 \rho_2} = \frac{t_2 - T_2}{T_2 - t_1}.$$

Откуда находим, что $T_1 = 39$ °С, и $T_1 = 44$ °С.

Ответы:

39	44
----	----

Максимум 8 баллов за задачу.

13-15. Для определения сопротивления резистора были собраны две разные электрические цепи (схема 1 и схема 2) с использованием вольтметра, амперметра и идеального источника питания. В первой цепи показание вольтметра равно 8,8 В, а амперметра – 19,4 мА. Во второй цепи вольтметр показывает 9,0 В, а амперметр 17,7 мА. Внутреннее сопротивление приборов неизвестно.

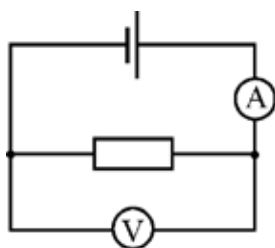


Схема 1

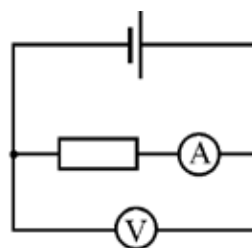


Схема 2

13) Чему равно напряжение на клеммах источника питания? Ответ выразите в вольтах, округлите до целого числа. **(2 балла)**

14) Найдите сопротивление амперметра. Ответ выразите в омах, округлите до целого числа. **(3 балла)**

15) Найдите сопротивление резистора. Ответ выразите в килоомах, округлите до десятых долей. **(5 баллов)**

Возможное решение

13) В схеме 2 вольтметр показывает напряжение на идеальном источнике питания, т.е. напряжение на клеммах источника питания равно $U = 9$ В.

14) Согласно закону Ома для полной цепи схемы 1: $I_A \times R_A + U_V = U$. Откуда получаем $R_A = \frac{U - U_V}{I_A} = 10,3$ Ом. С учётом требований представления ответа $R_A = 10$ Ом.

15) Согласно закону Ома для участка цепи схемы 2, содержащей амперметр и резистор, имеем: $I_A \times (R_A + R) = U_V$. Откуда получаем $R = \frac{U_V}{I_A} - R_A = 0,5$ Ом.

Ответы:

13)	14)	15)
9	10	0,5

Максимум 10 баллов за задачу.

Всего за работу – 51 балл.